中華農業研究

第二十七卷　　　　第 四 期

目　次

甘藷塊根與莖葉之蛋白質及胺基酸組成 ……………………………………鄭心嫻… 291

本省中部若干土壤中鉀釋放特性之研究 ……………………………………林家棻… 297

稻黑椿象 (*Scotinophara lurida* Burm.) 之生態觀察 ……………………陳炳輝… 309

磷鉀肥施用量與行距密度對山藥產量及蛋白質含量之影響………徐原田、鄭心嫻… 315

Studies on the anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* Kühn

in Taiwan…………………………………………C. C. Tu and Y. C. Chang… 325

The *Greenidea* aphids of Taiwan(Homoptera : Aphididae)…Huey-tarng Liao… 345

稻熱病流行學研究—民國65及66年之發生觀察 …………………………蔡武雄… 355

非洲大蝸牛及其捕食性天敵 ……………………………………邱瑞珍、周根清… 336

中華民國六十七年十二月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

中華農業研究 27(4)：291～295 (1978) ・

甘藷塊根與莖葉之蛋白質及胺基酸組成[1]

鄭 心 嫻[2]

摘要：七個塊根用甘藷品種（系）與兩個莖葉用品種（系）於 1975 年與 1977 年在嘉義農業試驗分所栽植，並分析其蛋白質含量與胺基酸組成。塊根用品種（系）之塊根蛋白質含量在 3.20～7.27 %之間，兩個莖葉用品系有效莖葉內之蛋白質含量分別爲 10.76 %（HP-4）與 13.22 %（臺農 25 號）。離胺酸（Lysine）含量以 g /100 g Protein 表示時，在七種甘藷塊根內爲 3.19～5.52 %，HP-18爲4.93 %。在有效莖葉內，HP-4 爲 3.31 %，臺農 25 號爲 4.33 %。經分析甘藷塊根與莖葉內胺基酸組成，並與 FAO 規定蛋白質中重要胺基酸含量標準比較，除酥胺酸（Tyrosine）與含硫胺基酸（Total sulfur-containing amino acids）之含量爲限制因子外，其餘重要胺基酸之含量則均能符合需要。

本省飼料資源缺乏，多仰賴國外供應，近年來由於高蛋白甘藷品種之育成，將可替代部分現有飼料；飼料營養價值主要決定於蛋白質，除蛋白質含量外，其胺基酸之組成與分佈，亦極爲重要。本試驗之目的在探討新育成甘藷品系 HP-18, HP-4 及其他栽培品種之塊根與莖葉中胺基酸分佈情形，提供配合飼料之參考。

甘藷塊根蛋白質含量之變異很大， Splittstoesser 氏以三個甘藷品種爲材料，測定蛋白質含量介於 2～3 % 之間[13]；Purcell 氏在美國北卡羅來納州種植 99 個甘藷品種，分析其塊根乾物重之粗蛋白質含量變域爲 1.72～9.14 %，並進一步指出，當胺基酸組成以 g/100 g Protein 表示時，除色胺酸及含硫胺基酸之含量以 FAO 標準成爲限制因子外，其餘重要胺基酸之含量則均能符合需要[9]。

在國內之研究報告中，楊氏等曾分析本省各地區 17 個甘藷栽培品種塊根之粗蛋白質含量，介於 2.51～7.46 % 之間[5]；楊氏測定甘藷中粗蛋白質含量與離胺酸組成沒有相關性，甘藷中粗蛋白的含量及其離胺酸組成似與品種及栽培條件有關[6]；李氏之報告亦指出 1.27～10.07 %之變域，而大多數品種之蛋白質含量係在 4.4～5.2 % 之間[1]；並曾說明不同品種，地區及年份對甘藷塊根粗蛋白質含量之影響，其中地區與品種之交感作用爲極顯着，而品種與年份之交感作用則不顯著，品種間粗蛋白質之含量爲 3.2～8.3 %，地區間之變域爲 2.8～6.5 %，年份間之變域爲 4.3～5.8 %，此外，栽培季節亦導致蛋白質含量間之差異[2]。

甘藷之莖葉亦可用爲飼料，其營養價值也曾有分析報告。Purcell氏測定甘藷品種 Centennial 與 Jewel, 發現莖末端（stem end）蛋白質含量很高，在 20～30 %之間[10]；陳氏之報告指出甘藷葉蛋白質組成，其離胺酸（Lysine）含量爲 3.57 %[4]；李氏指出甘藷有效莖葉乾物粗蛋白質含量自 12.1～ 25.74 %，但以 19.5～20.5 %之頻度最高[1]。

陳氏報告甘藷蔓之飼料營養價值很高，爲優良之粗飼料，且本省每年可生產 150 萬公噸以上，除普通採用爲養豬之青飼料以外，尚有多量餘額可供牛、羊之需，若善加利用，對本省肉牛之增產當有極大幫助；唯一缺點乃如將甘藷蔓直接供飼豬，牛則有瀉性，因爲瀉性而使飼料在消化管道

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 848 號。
2. 本所農藝系技士。

停留時間較短而影響飼料之消化[4]。

材 料 及 方 法

本試驗之材料均爲嘉義農業試驗分所提供，其中高蛋白甘藷品系 HP-18 與對照品種臺農 57 號及莖葉用品系 HP-4 與對照品種臺農 25 號係 66 年栽培， Centennial，沖繩 100 號，紅心尾，C_{55-189}， 五斤種等五品種係 64 年栽培。

塊根及莖葉採收後，各秤量 500 克，塊根用菜擦擦成簽，莖葉則切成 2～3 公分長，分別置於 60°C 恆溫乾燥箱中，烘乾 24 小時後，秤其乾物重，再使用 Udy 磨粉器粉碎，經 50 mesh 網孔篩出，置於乾燥器內，供分析之用。

粗蛋白質測定係秤取 0.200 g 樣品粉末，加入濃硫酸 4 ml，加熱分解 2 小時後稀釋至 100 ml, 再取 10 ml 稀釋液以擴散法測定其全氮量，再乘以 6.25 ，即爲蛋白質含量[8]。

供胺基酸分析之樣品係秤取 500 mg 置於細頸試管中，加入 10 ml 定沸點之 6 N HCl, 抽成真空後封口，置於 110°C 加水分解爐 24小時，分解後經過濾及抽乾鹽酸，加入 pH 2.2 醋酸緩衝液，再取約 1mg 之蛋白質水解物樣品，注入 Yanagimoto Model LC-5 A 自動胺基酸分析儀中測定之[7,12]。

結 果 與 討 論

一、不同甘藷品種塊根與有效莖葉之蛋白質含量

供試各甘藷品種塊根與莖葉之蛋白質含量列於表 1。 64 年栽培 5 個品種塊根蛋白質含量之分佈爲 3.85～7.27 %，其中以 Centennial 最高（ 7.27 %），沖繩 100 號次之（ 7.16 %），而以紅心尾之 3.85 % 爲最低。66 年栽培高蛋白質甘藷品系 HP-18, 其塊根蛋白質含量爲 5.37 %，雖較對照品種臺農 57 號（ 3.20 %）爲高，但仍比 64 年栽培之部份品種爲低，顯示品種與栽培年份間之差異，亦與李氏之結論符合[1,2]。

66 年栽培供莖葉用品系 HP-4 之莖葉部蛋白質含量爲 10.76 %， 較對照品種臺農 25 號（ 13.22 %）爲低，與李氏以沖繩 100 號與紅心尾二品種爲材料所測得之 17.0～19.1 %比較，差距更爲顯着[2]。

二、不同甘藷品種塊根與莖葉內之胺基酸組成

供試各品種之胺基酸組成亦列於表 1。就塊根而言，如胺基酸含量以 g/100 g Protein 表示，離胺酸 (Lysine) 含量介於 3.19～5.52 %之間，而以 Centennial 品種爲最高，組織胺酸 (Histidine) 介於 1.42～2.94 % 之間，精胺酸 (Arginine) 在 2.89～5.52 %，息寧胺酸 (Threonine) 在 2.30～6.14 %，胱胺酸 (Cystine) 之半量在 0.44～1.50 %，纈胺酸(Valine) 在 6.94～9.41 %，甲硫胺酸 (Methionine) 在 2.06～4.53 %，異白胺酸 (Isoleucine) 在 3.34～10.68 %，白胺酸 (Leucine) 在 4.03～6.45 %，酥胺酸 (Tyrosine) 在 0.63～2.43 %，以及苯丙胺酸 (Phenylalanine) 在 4.45～6.91 %之間。64 年栽培之 Centennial 品種塊根中天門多胺酸 (Aspartic acid) 與麩胺酸 (Glutamic acid) 與其他塊根用品種比較含量均爲最低，但其重要胺基酸之總量亦爲最高。 66 年栽培之高蛋白品系 HP-18 塊根中各種重要胺基酸含量，均高於對照品種臺農 57 號，顯示較爲平衡之胺基酸組成。

66 年栽培之莖葉用品系 HP-4 與對照品種臺農 25 號莖葉內各胺基酸含量示於表 1 。HP-4 之離胺酸，白胺酸含量較臺農 25 號爲低，甘胺酸 (Glycine) ，異白胺酸，苯丙胺酸較高，其他重要胺基酸之含量則相似。如與其他品種塊根內胺基酸組成比較，則莖葉之蛋白質含量雖較高，但離胺酸與甲硫胺酸二重要胺基酸之含量却遠較 Centennial, 沖繩 100 號等品種之塊根爲低。

三、高蛋白質與莖葉用甘藷品系之蛋白質價值

蛋白質之價值即根據其供應重要胺基酸之能力而定，蛋白質內各種重要胺基酸如以適當比例分佈，稱之爲高品質蛋白質。飼料中之蛋白質品質，對單胃動物尤爲重要[11,13]。人類及禽畜對胺基酸需要量，可藉平衡試驗（試驗中保持禽畜在氮平衡狀態下，所需之蛋白質或胺基酸最低攝入量估計）或飼養試驗予以測定[3]。

表 1. 不同品種（系）甘藷之蛋白質含量及胺基酸組成

Table 1. The protein content and amino acid composition of tuber roots and effective stems and leaves of sweetpotato cultivars

胺 基 酸 Amino Acid	塊 根 Tuber Root							有效莖葉 Effective Stem and Leave	
	Centennial	冲繩100號	紅心尾	C_{55-189}	五斤種	HP-18	臺農57號	HP-4	臺農25號
Lysine	5.52	5.09	4.32	3.88	3.19	4.93	4.03	3.31	4.33
Histidine	2.53	2.94	1.42	2.15	2.11	2.03	1.90	3.41	3.34
Ammonia	3.49	3.85	2.28	2.31	1.94	1.78	1.62	0.78	0.98
Arginine	4.39	3.46	3.47	4.12	5.52	3.94	2.89	4.21	4.17
Aspartic acid	13.30	17.41	16.97	21.62	20.35	17.28	20.23	10.46	10.53
Threonine	5.00	2.30	3.90	4.47	2.44	6.14	3.02	4.41	4.54
Serine	6.17	8.09	6.22	4.26	5.63	5.59	4.58	4.84	4.68
Glutamic acid	6.86	12.39	14.63	10.47	15.34	12.72	16.13	12.32	13.06
Proline	5.35	3.08	1.87	3.63	3.20	5.16	3.82	5.83	7.34
Glycine	4.45	4.98	6.11	4.38	4.97	4.89	4.23	7.35	5.89
Alanine	2.69	3.77	4.55	3.72	4.05	7.61	9.17	10.74	9.26
$\frac{1}{2}$Cystine	1.32	1.00	0.89	0.49	1.50	0.82	0.44	0.21	0.17
Valine	9.07	7.93	8.09	9.41	6.94	8.19	7.54	9.17	8.95
Methionine	4.53	3.61	3.21	2.40	3.23	2.28	2.06	2.75	2.69
Isoleucine	10.68	8.30	8.96	7.45	8.51	3.90	3.34	5.16	4.34
Leucine	5.65	4.03	6.45	6.23	5.25	6.23	5.15	7.03	9.11
Tyrosine	2.34	2.43	0.63	2.30	2.13	2.14	1.72	2.72	2.36
Phenylalanine	6.91	5.33	6.02	6.72	5.71	5.05	4.45	5.94	4.63
Protein	7.27	7.16	3.85	5.85	4.65	5.37	3.20	10.76	13.22

* Tryptophan 另外定量中。

** 胺基酸含量以佔蛋白質百分率表示。(g/100 g protein).

Centennial, 冲繩 100 號，紅心尾，C_{55-189}, 五斤種，臺農 57 號，HP-18 七種品種（系）塊根重要胺基酸含量平均值列於表 2，並與 FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations) 規定蛋白質中重要胺基酸含量分佈之標準比較。

由表 2 可知，HP-18 品系塊根中各重要胺基酸，除酥胺酸爲限制因子，而含硫胺基酸 (Total sulfur-containing amino acids) 與異白胺酸亦略嫌不足外，其餘均超出 FAO 標準甚多；又如以七個甘藷品種（系）塊根之重要胺基酸組成進行比較，則僅酥胺酸之含量不足所需；Pur-

cell 曾以七個甘藷品種進行分析，亦指出色胺酸 (Tryptophan) 與含硫胺基酸爲塊根蛋白質中之主要限制因子，但由於其他胺基酸含量甚高，因而建議甘藷塊根可用以補充其他植物蛋白質[9]，與本報告所獲知之結論相同。

以 FAO 之資料爲比較標準，甘藷有效莖葉內蛋白質之營養價值與塊根中相似（表2），Hp-4 品系與臺農 25 號均以酥胺酸與含硫胺基酸之含量不足，就 HP-4 而言，離胺酸之含量亦略爲偏低。針對以上結論與 Purcell 氏之報告[9]，可知含硫胺基酸爲多數甘藷品種所缺乏，亦應爲今後改良甘藷蛋白質品質之育種工作的重要目標。

表 2. 不同品種（系）甘藷重要胺基酸含量與 FAO 所定標準值之比較

Table 2. Comparison of the essential amino acids of sweetpotato cultivars with the FAO reference protein

胺基酸 Amino Acid	塊根 Tuber Root			有效莖葉 Effective Stem and Leave	
	FAO	HP-18	Mean*	HP-4	Tainung 25
Isoleucine	4.2	3.90	7.31	5.16	4.34
Leucine	4.8	6.23	5.57	7.03	9.11
Lysine	4.2	4.93	4.42	3.31	4.33
Methionine	2.2	2.28	2.98	2.75	2.69
Total sulfur	4.2	3.92	4.83	3.17	3.03
Phenylalanine	2.8	5.05	5.74	5.94	4.63
Threonine	2.8	6.14	3.90	4.41	4.54
Tyrosine	2.8	2.14	1.96	2.72	2.36
Valine	4.2	8.19	8.17	9.17	8.95
Chemical Score based on:					
Total sulfur	100	93	115	75	72
Tyrosine	100	76	70	97	84

* Centennial, 冲繩 100 號，紅心尾，C_{55-189} 五斤種，HP-18, 臺農 57 號之平均值。

**胺基酸含量以佔蛋白質百分率表示。(g/100 g protein).

誌謝：本報告承蒙劉博士大江斧正，特此誌謝。

參 考 文 獻

1. 李　良・1969・甘藷蛋白質含量之變異及其與其他性狀間關係之研究。中華農學會報 新 88：17～22。
2. 李　良・1975・環境因子對甘藷蛋白質含量影響之研究。中華農學會報 新 92：64～71。
3. 馬春祥・1976・禽畜營養與排泄物之再飼養。科學農業 24（7、8）：318～339。
4. 陳烱崧・1976・農藝副產物之飼料利用與改進。科學農業 24（7、8）：293～306。
5. 楊祖馨、蔡玉吉、許金土・1967・關於主食品之蛋白質營養問題之研究 第一報 關於臺灣省產食米與甘藷之蛋白質含量。中國農業化學會誌 5（1、2）：42～46。
6. 楊祖馨、蔡玉吉、許金土、柯華雄、陳順文・ 1975・關於主食品蛋白質營養問題之研究 （二）臺灣省產食米與甘藷蛋白質中胺基酸之分佈。中國農業化學會誌 13(1、2)：132～138。
7. 鄭心嫻、呂宗佳、萬　雄・ 1977・暗玉米雙雜交種蛋白質含量及其胺基酸組成之研究。中華農業研究 26(4)：297～306。
8. Association of Official Agricultural Chemists. 1970. Official methods of analysis (llthed.). Method

14.063 The Association : Washington, D. C.

9. Purcell, A. E., H. E. Swaisgood and D. T. Pope. 1972. Protein and amino acid content of sweetpotato cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 : 30-33.

10. Purcell, A. E., W. M., Jr., Walter and F. G. Giesbrecht. 1976. Distribution of protein within sweetpotato roots (*Ipomoea batatas* L.). Journal of Agriculture and Food Chemistry. 24(1) : 64-66.

11. Sherrod, L. B. 1976. Triticale as a feed grain for ruminants. Proc. Int. Symp. on Triticale (Lubbock, Texas) 1973, : 125-130.

12. Spachman, D. H., W. H. Stein and S. Moore. 1958. Chromatography of amino acids. Anal. Chem. 30 : 1190-1206.

13. Splittstoesser, W. E. and A. M. Rhodes. 1973. Protein and amino acid values of some tropical root crops. Illinois Research. 15(4) : 6-7. (En)Dep. of Plant Breeding Illinois Univ., Urbana, Illinois, USA.

Protein content and amino acid composition in tubers and stems and leaves of sweetpotato cultivars [1]

Hsing-Hsien Cheng[2]

Summary

Nine cultivars or lines of sweetpotato were grown at Chiayi, Taiwan in 1975 and 1977 and their protein contents and amino acid composition were determined in tuber roots and effective leaves and stems.

Protein contents in tuber roots of seven sweetpotato cultivars or lines ranged from 3.20 to 7.27%, protein content in effective leaves and stems was 10.76% for line HP-4 and 13.22% for cultivar Tainung 25.

Lysine contents, on a g/100g protein basis, ranged from 3.19 to 5.52% in the tuber roots and was 4.93% for the newly-developed high protein line HP-18. Respective values in the effective leaves and stems of HP-4 and Tainung 25 were 3.31 and 4.33 %.

Total sulfur-containing amino acids and tyrosine were limiting by comparison with the FAO reference protein. Other essential amino acids were in excess suggesting that sweetpotato protein may be useful in supplementing other plant proteins.

---

1. Contribution No 848 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Specialist chemist. TARI.

中華農業研究 27(4)：297～308(1978)。

本省中部若干土壤中鉀釋放特性之研究[1]

林 家 棻[2]

摘要：爲探討土壤中鉀之釋放特性，在本省中部選取20種土壤，經連續4作盆栽水稻及用熱水與四酚鈉硼 (Sodium tetraphenyl boron, NaTBP) 抽取，所得結果扼要如下：

用 30 gm 土壤加 30 mℓ 熱水，抽取時間從 15、30、60、120、180 至 240分鐘，所抽出鉀量與抽出時間之對數成極顯著之直線迴歸，其抽出速率之變異從 8.62～50.01 ppm K/log (min)。另從復迴歸方程式中顯示用熱水抽出之 K 抽出速率與土壤中置換性鉀成正比，而與土壤 pH 或游離鐵含量成反比。

用 1.0 gm 土壤加 NaTPB 液，抽取時間從 15、120、240、480 至 960 分鐘，所抽出的鉀量與抽出時間成極顯著的直線迴歸，其變異範圍從 0.4～3.09 ppm K/min 。又從復迴歸方程式顯示以 NaTPB 所得之 K 抽出速率與土壤中非置換性鉀含量成正比，而與土壤 pH 成反比。

同一土壤，連續盆栽 4 作水稻，其 K 總吸取量之變異範圍，在無肥處理之下爲 405～1176 mg K/ 5.0 kg Soil, −K 處理者爲 414～2498 mg K/ 5.0 kg Soil, ＋K 處理者爲 1537～3436mg K/ 5.0 kg Soil，從－K 處理 4 作水稻總吸取量及栽培後，土壤中置換性鉀普遍劇降，顯示水稻生長期中，必然利用土壤中部分的非置換性鉀。

水稻之 K 吸取速率與土壤中 K 釋放速率有着顯著的關係。但從各溶劑所抽出的 K 有效指數，以估計土壤中 K 供應情形時，仍以 Mehlich 氏鉀與水稻吸取量之相關係數最高，其法亦最便捷。

農田表土中全鉀含量多在 25,000～45,000 kg K/ha ，其中多以非置換性鉀存在，而供植物利用之置換性及水溶性鉀爲量不多，鮮有超出全鉀含量之 1 % 者，此三形態鉀係以動力平衡狀態 (Dynamic equilibrium) 存在於土壤中如下式：

水溶性鉀⇋置換性鉀⇋非置換性鉀←礦物性鉀

水稻對於鉀的吸取，有者[11,13]認爲與土壤中置性鉀有關，有者[1]則認爲在不同母質來源的冲積土則與非置換性鉀有關，由於鉀在土壤中係屬動力平衡狀態，本省稻田土壤中鉀之釋放特性，尙乏資料可供參考，有加以探討的必要。

本文之目的在求本省中部若干土壤中鉀之釋放特性與水稻對於鉀之吸取情形，藉以瞭解稻田土壤中鉀之供應狀況。

試 驗 方 法

供試土壤：在本省中部南投、臺中、彰化、及雲林四縣選取 20 地點土壤樣本，其中包括砂頁岩冲積土，粘板岩老冲積土，粘板岩新冲積土，及混合冲積土等 4 類，其一般化學性質詳前報[12]

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 849 號。承中國農村復興聯合委員會補助試驗經費；小型電腦程式承李主任蘭帝設計，謹此誌謝。

2. 本所技正兼農業化學系主任。

盆栽試驗：上述各種土壤各設 3 處理即（1）無肥，（2）無鉀及（3）三要素，重複二次，共計 3 ×20× 2 ＝120 盆，每盆用土 5.0 kg 。其中氮 (N)，磷 (P_2O_5)，及鉀 (K_2O) 之施用量，每作各爲 120，80 及 80 kg/ha 。水稻品種用臺中 65 號，其他管理照常，同一土壤，連續栽培 4 作，每作收穫後，記載其谷藁收量及植物體中鉀含量，測定時，先將植物樣本予以乾灰化（550°C）後，用焰光計測定之。

土壤分析：土壤中全鉀用過氯酸抽出測定之，非置換性鉀則用煮沸 1 N 硝酸抽出之，置換性鉀則用中性 1 N 醋酸銨法測定之，有效態鉀則用 Mehlich 氏混合液 (0.05 N HCl-0.025N H_2SO_4) 抽取之，抽出後，均用焰光計測定之。其結果如表 1 。

表 1. 土壤中含鉀狀況及其有關性質

Table 1. Potassium status and other related characteristics of the soils

Soil No.	pH	Free Fe %	$HClO_4$ -K ppm	HNO_3-K ppm	NH_4OAc -K ppm	Mehlich -K ppm	Ca/K	Mg/K	$K/\sqrt{\frac{(Ca+Mg)}{2}}$	K/CEC %
				Sandstone and shale alluvial soils						
NT-1	5.3	1.47	13,000	256	86.0	44.1	25.0	6.8	0.1178	1.68
2	4.7	0.96	9,000	176	50.8	31.2	37.6	8.9	0.0748	1.09
3	7.5	1.56	9,750	384	78.2	41.4	142.2	12.4	0.0509	1.23
4	5.4	1.56	11,000	416	109.5	58.0	46.3	12.9	0.0972	1.22
5	5.6	1.11	7,750	404	93.8	58.4	30.2	8.9	0.1108	1.54
				Slate recent alluvial soils						
CH-1	7.2	1.05	13,500	184	35.2	16.0	95.3	16.9	0.0400	0.93
2	7.6	0.95	13,500	264	54.7	18.6	245.9	15.3	0.0327	1.33
YL-1	6.2	1.02	13,000	248	74.3	39.6	36.5	11.8	0.0887	1.60
2	5.8	0.99	14,000	268	125.1	41.6	19.8	6.5	0.1561	2.69
3	6.1	0.99	13,500	304	113.4	62.0	36.5	9.8	0.1120	1.86
4	7.6	0.72	10,000	256	74.3	26.5	170.7	12.6	0.0455	1.62
5	6.9	0.72	14,000	192	43.0	27.4	63.5	13.1	0.0536	1.10
				Slate older alluvial soils						
CH-3	7.2	0.96	16,250	240	54.7	27.2	114.1	7.6	0.0480	1.05
4	7.5	0.81	13,500	188	35.2	14.4	282.8	16.1	0.0245	0.84
5	7.2	1.02	12,000	304	74.3	39.6	90.7	8.6	0.0619	1.29
				Mixed alluvial soils						
TC-1	5.3	0.30	12,500	248	89.9	56.8	17.4	4.5	0.1450	2.42
2	5.4	0.21	11,750	188	54.7	37.8	19.2	5.5	0.1064	2.37
3	4.9	0.42	10,500	168	39.1	20.6	31.9	7.5	0.0712	1.20
4	5.7	0.93	9,250	164	27.4	21.6	64.1	17.1	0.0415	0.86
5	6.3	0.93	11,250	204	39.1	22.0	53.4	15.7	0.0538	1.43

置換性鉀之釋放乃用熱水抽取之[5]，法將 30 gm 風乾土壤置於 50-ml 的塑膠離心管中，加 30 ml 水，蓋以橡皮塞，上附冷却管，置於煮沸的水浴鍋上，分別經過 15，30，60，120，180，及 240 分鐘後，取出離心，上澄液中的鉀用焰光計測定之。

非置換性鉀之釋放乃用 NaTPB (Na-tetraphenyl boron) 抽取之。其法係將 1.0 gm 風乾土壤，加入 5 ml 的 0.3 N NaTPB，分別予以搖動 15，120，240，480 及 960 分鐘後，加入 25 ml 的 1 N NH_4OAc，以抑制反應，並防止抽出鉀之被固定，然後加入 20 ml 的 Acetone，使 KTPB+NaTPB 之沈澱溶解，共洗 4 次，每次離心後，上澄液均傾於 100 ml 的燒杯中，加入 14 ml 的 2N H_2SO_4，置於水浴鍋上，蒸發乾涸，將殘渣溶於 1 N NH_4OAc 液含有足量的 Na_2SO_4 液中，並用同液稀釋至 50 ml 混勻後，過濾，除去最初 15 ml 的濾液，測定剩餘液中的 K 含量[8]。

結果與討論

供試土壤含鉀狀況

表 1 示各種土壤中鉀之分佈情形，因土壤樣本不多，不易從土壤類別間區分之，據張氏[3]報告臺灣土壤中置換性鉀與非置換性鉀之分佈情形，以紅壤較低，泥岩冲積土較高，其他冲積土居中，本試驗中不含該兩類土壤，不易區分，似屬必然。

表 2. 土壤中各種鉀測定值之平均值，變異係數，變異範圍及彼此間之相關係數

Table 2. Sample means, coefficients of variation, ranges of the K analyses and correlation coefficients between the values obtained for the constituents

	$HClO_4$-K ppm	HNO_3-K ppm	NH_4OAc-K ppm	Mehlich-K ppm	Ca/K	Mg/K	$K/\sqrt{\frac{(Ca+Mg)}{2}}$	K/CEC %
$HClO_4$-K		−0.229	0.032	−0.157	0.189	−0.072	0.005	0.122
HNO_3-K			0.739**	0.721**	−0.042	−0.134	0.308	0.154
NH_4OAc-K				0.858**	−0.354	−0.502*	0.769**	0.649**
Mehlich-K					−0.553*	−0.557*	0.783**	0.549*
Ca/K						0.563*	−0.724**	−0.461*
Mg/K							−0.755**	−0.674**
$K/\sqrt{\frac{(Ca+Mg)}{2}}$								−0.840**
Mean	11950	252.8	67.6	35.2	81.2	10.9	0.077	1.47
C. V. %	17.7	30.5	42.4	42.8	93.4	36.5	49.7	35.7
Range	7750～16,250	164～416	27.4～125.1	14.4～62.0	17.4～282.8	4.5～17.1	0.025～0.156	0.84～2.69

*Significant at P 0.05,　**Significant at P 0.01.

表 2 中值得注意者爲全鉀 ($HClO_4$-K) 含量與其鉀因子間均無顯明關係。非置換性鉀(HNO_3-K) 僅與置換性鉀 (NH_4OAc-K) 及 Mehlich-K 呈顯著的相關。而置換性鉀除與全鉀及 Ca/K 相關不顯明外，與其他鉀因子間之相關係數均達到顯著乃至極顯著平準。Mehlich-K 除與全鉀無

關外，與其他鉀因子均有顯著乃至極顯著之關係。Ca/K 與 Mg/K 為正相關而與鉀吸着比（$K/\sqrt{(Ca+Mg)/2}$）或 K/CEC 則為負相關，乃由於前兩者分式中 K 為分母所致。供試土壤陽離子交換能量中所佔 Ca 及 Mg 離子較多，鉀吸着比與 K/CEC 呈負相關，自屬必然。

有關鉀因子中，變異係數最大者為 Ca/K，最小者為全鉀含量，其他鉀因子居中。

綜上而言，置換性鉀與 Mehlich-K 之測定值除可表示土壤中含鉀情形外，對於其他鉀因子亦多有關係，過去檢定土壤中鉀供應情形，利用此兩法測定值，多可獲得良好結果者，可能與此有關。

表 3. 用熱水在 15、30、60、120、180 與 240 分鐘所抽出鉀之測定值，鉀抽出速率及抽出鉀佔土壤中全鉀之百分比

Table 3. K extracted in 15, 30, 60, 120, 180, and 240 minutes; rate of K extracted; and percentage of total of soil K extracted with hot water

Soil No.	K extraction with hot water, ppm min.						Rate of K extraction with hot water from 15 to 240 min. ppm K/log t (min)	K extracted by hot water in 240 min. % of total
	15	30	60	120	180	240		
Soil releasing small amounts of K								
CH-1	17.0	20.0	23.0	25.0	26.0	28.0	8.62	0.21
CH-4	16.8	18.0	24.0	23.0	28.0	32.5	11.84	0.24
TC-5	18.0	20.0	26.0	28.3	32.0	35.0	13.95	0.31
YL-5	23.0	24.0	32.3	33.5	36.0	41.5	14.60	0.30
TC-4	13.5	17.8	25.0	27.0	30.3	32.5	15.50	0.35
TC-3	17.5	20.0	29.3	30.3	33.3	39.5	17.04	0.38
CH-3	20.0	24.0	34.5	33.5	38.0	47.0	19.65	0.29
Soil releasing medium amounts of K								
NT-3	41.0	45.3	53.0	62.0	64.0	65.0	21.59	0.67
CH-2	30.3	34.5	47.8	50.0	54.0	56.0	22.02	0.41
NT-2	29.5	33.0	39.0	48.5	52.8	61.0	25.36	0.68
CH-5	37.0	39.5	61.0	58.0	64.0	68.0	26.12	0.57
NT-1	41.0	45.0	56.0	62.0	66.0	73.3	26.17	0.56
YL-1	32.3	41.5	48.8	60.0	61.0	64.0	26.63	0.49
NT-4	43.8	44.8	58.0	66.0	70.0	77.3	28.51	0.70
Soil releasing large amounts of K								
NT-5	41.8	52.0	64.0	70.5	77.5	82.3	32.81	1.06
YL-4	46.5	52.0	64.0	75.0	82.3	85.5	34.06	0.86
TC-2	27.0	34.0	42.0	60.0	65.3	66.0	35.52	0.56
TC-1	45.8	62.0	65.0	80.0	90.5	98.0	40.90	0.73
YL-3	59.0	64.0	79.0	99.5	106.5	112.5	47.60	0.86
YL-2	68.0	76.3	92.5	108.0	119.5	126.8	50.01	0.91

土壤中鉀釋放特性

一、置換性鉀之釋放特性（用熱水抽出者）：從 15 至 240 分鐘間，用熱水所抽出之鉀示於表 3。該表中第 8 行所稱鉀抽出速率乃指每種土壤在一定抽出時間內與其鉀抽出量間所得直線迴歸之斜率，人爲地將斜率緩急分爲慢中快三級，該表示鉀之抽出速率與土壤類別間之區分不甚明顯，一般言之，砂頁岩冲積土（NT 1-5）鉀之抽出速率多屬中或快級，而粘板岩冲積土及混合冲積土則多分佈於各等級間，在 240 分鐘內所抽出之鉀多未超出全鉀之 1 %，多屬置換性鉀範圍，此與 Nash 氏[5] 所得結果頗相符合。其中抽出速率最低者爲土號 CH-1（8.62 mg K/log t（min）），最高者爲 YL-2（50.01 mg K/log t（min）），兩者相差約達 6 倍，就所抽出鉀佔全鉀百分比而言，最低者爲 CH-1 僅 0.21 %。最高者爲 NT-5，達 1.06 %，高低相差亦達 5 倍上下。

由熱水抽出所得置換性鉀釋放速率與土壤其他因子之關係，經用小型電腦分析結果，從數十種不同組合迴歸方程式中，以釋放速率與土壤中置換性鉀含量及游離鐵之複迴歸方程式所估計之鉀釋放量與實測值最爲接近（圖 1）。其次則爲釋放速率與土壤置換性鉀含量及 pH（圖 2）。圖 1 所示迴歸方程式中，鉀釋放速率與置換性鉀含量成正比而與游離鐵含量成反比，Ponamperuma [7] 認爲土壤中鉀多與游離鐵結合，稻田灌水後三價鐵還原爲二價鐵而釋放鉀，因此在乾土情形之下，游離鐵愈多，鉀之釋放速率愈慢。至於土壤 pH 與鉀釋放之關係，目前仍衆說紛紛 [2,6,9,10]，尚無定論，蓋土壤 pH 不僅影響土壤中鉀之釋放，亦影響作物之生長，兩者甚難區分。圖 2 所示迴歸方程式中，鉀之釋放速率仍與置換性鉀成正比而與土壤 pH 成反比。Bolton 氏[4] 引述 Black 氏研究所得結果認爲土壤 pH 高時，土壤溶液中可給態鉀（Labile K）含量減少，其原因乃由於 K 對於 Ca 離子的取代較Al 離子爲易，因此，當酸性土壤施用石灰提高土壤 pH 後，土壤溶液中可給態 K 漸減少，換言之，pH 高時，K 之釋放較少。

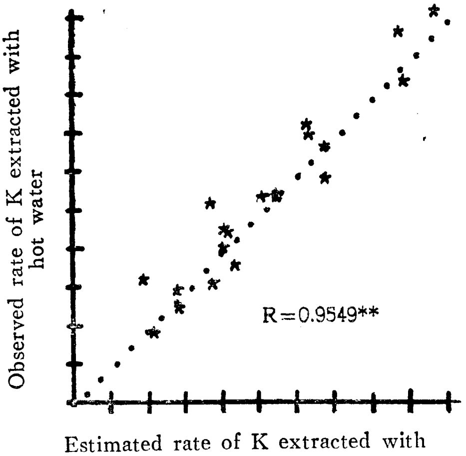


圖 1. 從下列迴歸方程式所得 K 抽出速率之估計值與實測值之關係

Fig 1. Dot chart showing observation and estimation for equation：

$$Y=-14.81\ (Fe)+0.4053K_{NH_4OAc}+12.35$$

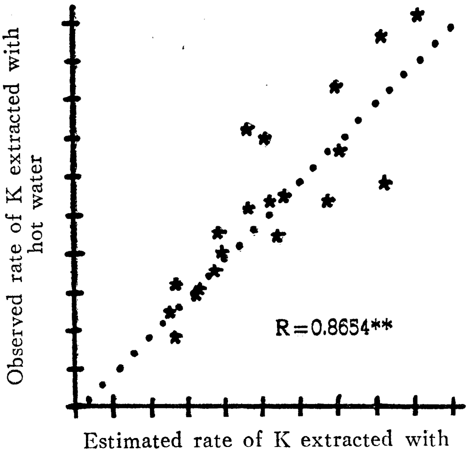


圖 2. 從下列迴歸方程式所得 K 抽出速率之估計值與實測值之關係

Fig 2. Dot chart showing observation and estimation for equation：

$$Y=-1.863\ (pH)+0.3276K_{NH_4OAc}+1.545$$

二、非置換性鉀之釋放特性（用 NaTPB 抽出者）：在室溫之下，從 15 至 960 分鐘間，用 NaTPB 所抽出之鉀示於表 4。該表第 7 行所稱鉀抽出速率仍指每種土壤，用 NaTPB 抽取時，抽出時間與其鉀抽出量間所得直線迴歸之斜率，依其斜率之緩急，再分爲慢中快三級，土壤類別間之鉀釋放速率仍無顯明區分，但其趨向仍以矽頁岩冲積土中非置換性鉀之釋放速率較快（NT 3, 4, 5），所抽出之鉀佔全鉀之百分比亦較高，粘板岩冲積土（CH-1, CH 4 及 YL 5）較爲緩慢，所抽出鉀佔全鉀百分比亦低。從表 1 可知供試土壤中以 YL-2 所含之置換性鉀最高，達 125.1ppm，而表 4 中用 NaTPB 抽取時，最初 15 分鐘所抽出之鉀已超出此範圍，因此 NaTPB 所抽出之鉀主爲非置換性鉀，其 K 抽出速率，似可視爲非置換性鉀之釋放速率。從個別土壤而言，其釋放速率從 0.4 ppm K/min (CH-1) 至 3.09 ppm K/min (NT-4)。在 960 分鐘內所抽出之鉀佔全鉀之百分比從 5.0 %至 37.2 % (NT-5)，其間相差約在 7 倍以上。

土壤中非置換性鉀之釋放速率與土壤其他因子之關係，經統計分析結果，認爲與土壤中非置換性鉀含量（用煮沸 I N HNO_3 抽出者）及 pH 最爲密切，其中前者爲正關係，後者爲負關係如圖 3 中複迴歸方程式所示。Bolton 氏[4] 以稞麥草（Ryegrass）爲指示作物，探討土壤 pH 與土壤中非置換性鉀之釋放時，認爲在不施用石灰之土壤（pH 4.5），稞麥草所吸取之非置換性鉀多于施用石灰之土壤（pH 5.5~7.0）。又張氏[3] 研究本省各類土壤對于鉀固定能量時，亦發現强酸性土壤對于鉀之固定力較弱而中性及鹼性土壤則較强。

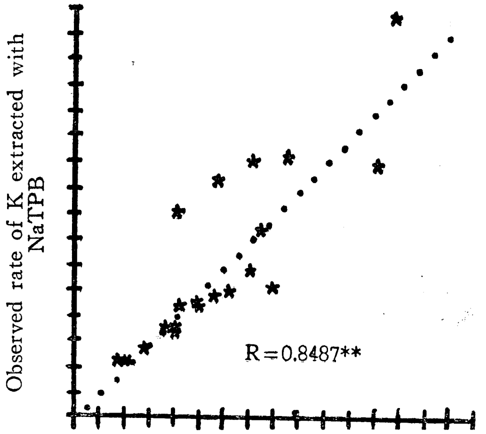


圖 3. 從下列迴歸方程式所得 K 抽出速率之估計值與實測值之關係

Fig 3. Dot chart showing observation and estimation for equation

$$Y=-0.2994\ (pH)+0.0069\ K_{HNO_3}+1.316$$

Y stands for estimated rate of K extracted with NaTPB

土壤鉀釋放速率與水稻鉀吸取速率之關係

表 5 示在無肥處理之下，第一作水稻鉀吸取量之變異範圍從 185 mg K/pot (TC-3) 至 566 mg K/Pot (NT-4)，其間相差約爲 3 倍，但在無 K 處理之下，其變異範圍從 157 mg K/pot (TC-3) 至 1,452 mg K/pot (YL-3)，其間相差達 10 倍，換言之，施用 NP 肥料之後，促進水稻根羣發育，增加水稻對于土壤中 K 之吸取，在施用 NPK 處理之下，其變異範圍爲 554 mg K/pot (CH-4) 至 1,139 mg K/pot (NT-1)，其間相差仍達 2 倍。若以 4 作水稻 K 之總吸取量而言，無肥處理者爲 405~1176 mg K/pot，無 K 處理者爲 322~2930 mg K/pot，施 K 處理者爲 1535~3436 mg K/pot，其變異趨向仍與第一作類似。

表 4. 用 NaTPB 在 15，120，240，480 與 960 分鐘所抽出鉀之測定值，鉀抽出速率及抽出鉀佔土壤中全鉀之百分比

Table 4. K extracted in 15, 120, 240, 480, and 960 min., rate of K extracted, and percentage of total soil K extracted with NaTPB

Soil No.	K extraction with NaTPB, ppm					Rate of K extraction with NaTPB from 15 to 960 min. ppm K/min.	K extracted by NaTPB in 960 min. % of total K
	15	120	240	480	960 min		
Soil releasing small amounts of K							
CH-1	248	375	390	478	670	0.40	5.0
CH-4	260	303	385	480	645	0.40	4.8
YL-5	305	445	508	560	855	0.52	6.1
YL-4	383	480	530	665	1,010	0.64	10.1
TC-4	235	290	375	525	865	0.67	9.4
CH-3	380	553	630	790	1,080	0.69	6.6
TC-2	255	320	400	463	1,060	0.83	9.0
CH-2	435	675	775	940	1,318	0.85	9.8
TC-3	238	410	815	835	1,150	0.88	11.0
Soil releasing medium amounts of K							
NT-2	318	518	625	740	1,260	0.92	14.0
CH-5	588	770	905	1,090	1,533	0.95	12.8
YL-3	710	915	1,675	1,510	1,775	0.99	13.1
YL-2	398	575	610	870	1,485	1.12	10.6
NT-1	353	510	610	795	1,740	1.43	13.4
TC-5	365	818	1,360	1,498	2,025	1.57	18.0
YL-1	455	755	1,035	1,335	2,260	1.83	17.4
Soil releasing large amounts of K							
NT-5	995	1,485	1,570	2,330	2,885	1.93	37.2
TC-1	428	630	890	1,520	2,260	1.97	18.1
NT-3	513	898	1,303	1,745	2,480	1.99	25.4
NT-4	930	1,540	1,658	2,870	3,875	3.09	35.2

從 4 作水稻之 K 總吸取量，及栽培後土壤中置換性鉀普遍較栽培前降低，足見水稻在生長期中需要吸取土壤中部分之非置換性鉀。

若將每期作水稻鉀吸取量予以累加作縱軸，期作累加作橫軸如圖 4，為求清晰起見，僅將 10 種土壤示于該圖上，其中以第一作至第三作水稻之 K 吸取量多成直線，其坡度以施 K 處理最為峻急

，無肥與無 K 處理則較爲弛緩，經用迴歸統計求該等直線的坡度，視作水稻對于土壤中 K 之吸取速率如表5中之第 8～10 行。此等水稻之 K 吸取速率與土壤中鉀釋放速率之關係如表6。其中顯示在盆栽無肥處理之下，水稻 K 吸取速率與土壤置換性鉀釋放速率(熱水抽出者)及非置換性鉀釋放速率（以 NaTPB 抽取者）均有關係，且達極顯著平準。但在無鉀處理之下，僅與置換性鉀之釋放速率有關，而在施鉀處理之下，則與非置換性鉀之釋放速率有關。由於土壤中各形態鉀係以動力平衡狀態存在於土壤中，本試驗設計中尙無法探知土壤中置換性鉀水稻吸取後，降低至何種濃度時，非置換性鉀才開始釋放，假定在無鉀處理之下，非置換性鉀尙未開始釋放而水稻根羣已先受到抑制，則其吸取速率可能與非置換性鉀之釋放速率無關，施鉀處理之下，由於水稻生長良好，根羣發達反而與非置換性鉀之釋放速率有關，關於此點，今後仍待賡續研究。

表 5. 第一作水稻鉀吸取量與四作總吸取量，水稻鉀吸取速率，及栽培前後土壤中置換性鉀含量

Table 5. Uptake of K by the first rice crop, total uptake by the four rice crops, rate of K-uptake by plant, and exchangeable soil K before and after croppings

Soil No.	Uptake of K by cropping						Rate of K uptake by plants			Soil exchangeable K	
	1st Crop			Total of 4 Crops							
	None	−K	+K	None	−K	+K	None	−K	+K	Before cropping (ppm)	After cropping (ppm)
	mg K/pot (5 kg. Soil)										
NT-1	397	831	1,139	846	1,272	3,390	163	187	1,066	86.0	25.8
2	322	644	786	638	962	1,901	116	142	482	50.8	16.9
3	411	616	853	892	1,226	2,387	177	223	621	78.2	54.2
4	566	1,092	967	1,176	1,814	2,989	229	293	813	109.5	58.3
5	378	1,142	1,077	1,054	2,498	3,436	244	455	949	93.8	38.7
CH-1	200	337	554	427	683	1,535	79	153	391	35.2	14.1
2	248	469	692	596	822	1,924	138	129	490	54.7	24.5
YL-1	361	1,018	916	884	1,861	2,407	204	375	601	74.3	18.5
2	352	845	951	808	1,214	2,408	165	155	577	125.1	20.7
3	422	1,452	972	956	2,930	2,601	194	664	662	113.4	37.0
4	256	691	716	741	1,131	1,987	197	335	523	74.3	26.3
5	261	495	814	623	971	2,181	138	203	542	43.0	21.5
CH-3	243	453	707	496	695	1,846	89	100	457	54.7	22.5
4	189	222	555	405	414	1,537	83	75	367	35.2	21.0
5	301	699	842	656	1,271	2,361	138	232	598	74.3	30.0
TC-1	465	1,057	945	979	1,592	2,111	197	219	490	89.9	18.5
2	299	510	790	704	968	1,770	173	205	424	54.7	15.4
3	185	157	763	504	322	1,667	123	70	397	39.1	14.3
4	214	503	716	598	790	2,041	156	123	549	27.4	13.3
5	272	479	870	668	848	2,377	158	169	617	39.1	17.2

表 6. 土壤中鉀釋放速率與水稻鉀吸取速率之相關係數

Table 6. Correlation coefficients between rate of K-uptake by rice plant and rate of soil potassium release

Soil K-release	Rate of K-uptake by rice plant		
	None	−K	+K
Rate of soil K-release by hot water extraction	0.61**	0.58**	0.27
Rate of soil K-release by NaTPB extraction	0.73**	0.34	0.60**

**Shows significance at 1%.

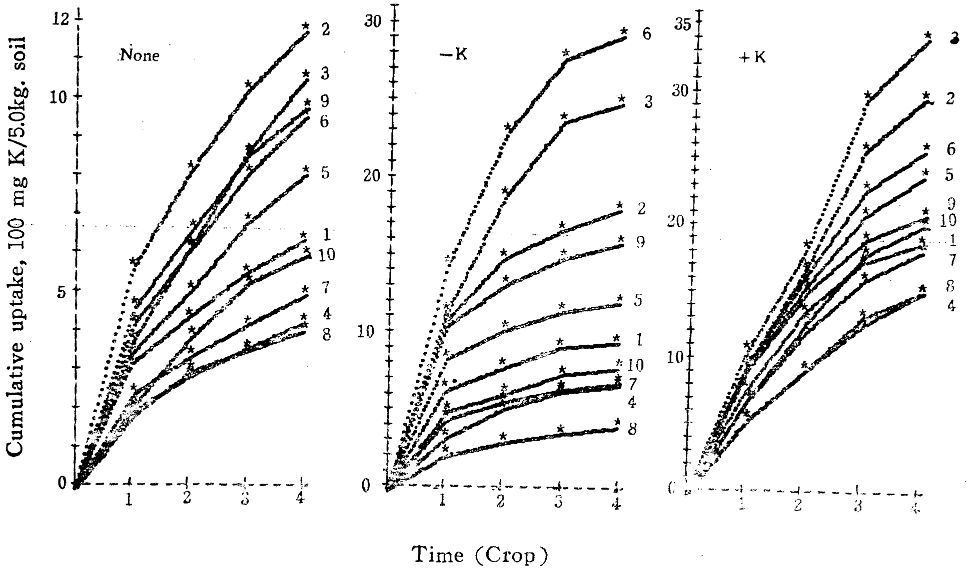


圖 4. 連續 4 作水稻，對于 10 種土壤中鉀吸取之累積量

Fig. 4. Cumulative uptake of K by four successive rice crops on soils 1 (NT-2), 2 (NT-4), 3 (NT-5), 4 (CH-1), 5 (YL-2), 6 (YL-3), 7 (CH-3), 8 (CH-4), 9 (TC-1), and 10 (TC-4)

水稻對於土壤中鉀之吸取

表 7 示土壤中全鉀含量與每作水稻鉀吸取量之相關係數均未達到顯著平準，而非置換性鉀，置換性鉀以及有效態鉀與每作水稻鉀吸取量之相關係數則均達到顯著乃至極顯著程度，其中值得注意者為第一作時，非置換性鉀與水稻鉀吸取量之相關係數低於置換性鉀者，但在第四作時則反是。因此土壤中非置換性鉀有隨時間長久而漸趨重要的傾向。

表 8 示以各種溶劑所抽出的鉀加上熱水或 NaTPB 之鉀抽出速率與第一作無鉀區水稻鉀吸取量之複迴歸方程式及其複相關係數情形。其中複相關係數雖分別較表 7 中之單相關係數為高，但不明顯，最高者為水稻鉀吸取量與 Mehlich K 加上置換性 Mg/K 之比。但從土壤速測立場，仍以 Mehlich

氏鉀最爲便捷。

表 7. 每作無鉀區水稻鉀吸取量與土壤中各形態鉀之相關係數

Table 7. Correlation coefficients showing the relationship between K-uptake of rice plant treated without potassium and amount of various forms of soil K

Form of soil K	1st Crop	2nd Crop	3rd Crop	4 th Crop
Total K ($HClO_4$-extracted)	−0.1017	−0.2014	−0.1780	−0.1444
Non-exchangeable K (boiling HNO_3 extracted)	0.6492**	0.6418**	0.4942*	0.8695**
Exchangeable K (Neutral N NH_4OAc extracted)	0.8441**	0.6384**	0.4802*	0.6697**
Available K (0.05N HCl+0.025N H_2SO_4 extracted)	0.9164**	0.7959**	0.6412*	0.7262**

* and ** refer to significant at P. 0.05 and 0.01, respectively.

表 8. 第一作無鉀區水稻鉀吸取量與土壤中各種鉀測定值之迴歸方程式及其迴歸係數

Table 8. Multiple Regression equations and regression coefficients for the relationship between K-uptake of rice plant and K status of the soil

Dependent variable	Independent variable	Regression equation	R
K-uptake of rice from −K treatment of the first Crop			
ditto	K extracted by HNO_3+rate of K extraction by hot water	$Y=1.779K_{HNO_3}+17.112K_{H_2O}-207.767$	0.844**
ditto	K extracted by HNO+rate of K extraction by NaTPB	$Y=1.958K_{HNO_3}+130.5K_{NaTPB}+35.994$	0.674**
ditto	K extracted by NH_4 OAc+rate of K extraction by hot water	$Y=8.492K_{NH_4OAc}+3.919K_{H_2O}+9.571$	0.847**
ditto	K extracted by NH_4 OAc+rate of extraction by NaTPB	$Y=8.738K_{NH_4OAc}+77.108K_{NaTPB}+3.261$	0.854**
ditto	K extracted by Mehlich solution+rate of K extraction by hot water	$Y=17.730K_{Mehlich}+4.548K_{H_2O}-57.183$	0.922**
ditto	K extracted by Mehlich solution+rate of K extraction by NaTPB	$Y=21.577K_{Mehlich}-38.687K_{NaTPB}-29.062$	0.918**
ditto	K extracted by Mehlich solution+ratio of exchangeable Mg to exchangeable K	$Y=230.744K_{Mehlich}+18.699\ Mg/K-330.831$	0.936**

** significant at P. 0.01

參 考 文 獻

1. Chang, S. C. 1967. Phosphorus and potassium testing of rice soils. The mineral nutrition of the rice plant. pp. 373—381. Proceedings of a symposium at the International Rice Research Institute.

2. Chute, J. H., & Quirk, J. P. 1967. Diffusion of potassium from mica-like clay minerals. Nature, Lond. 213, 1156.

3. Hsi, L. C., & S. C. Chang, 1960. Soils and soil fertility of Taiwan. Report on Soils and Fertilizer Uses in Taiwan, Republic of China. JCRR. Plant Industry Series No. 20.

4. Islam, A., & J. Bolton. 1970. The effect of soil pH on potassium intensity and release of non-exchangeable potassium to ryegrass . J. Agr. Sci., Camb. 75 : 571—576.

5. Nash, V. E. 1971. Potassium release characteristics of some soils of the Mississippi Central Plain as revealed by various extracting agents. Soil Sci., 114 : 313—317.

6. Newman, A. C. D. 1969. Cation exchange properties of micas. I. The relation between mica composition and potassium exchange in solution of different pH. J. Soil Sci. 20 : 357—373.

7. Ponnamperuma, F. N. 1972. The chemistry of submerged soils. Advances in Agronomy, Vol. 24.

8. Schulte, E. E. & Corey, R. B. 1965. Extraction of potassium from soils with sodium tetraphenylboron. Proc. SSSA 29 : 33—35.

9. Tucker, B. M. 1965. The solubility of potassium from soil illite I. The dependence of solubility on pH. Aust. J. Soil Res. 2 : 56—66.

10. Williams, D. E. & Jenny, H. 1952. The replacement of non-exchangeable potassium by various acids and salts. Proc. SSSA. 16 : 216—221.

11. 王接皇、曾憲鼎、1962，紅壤有效磷酸及鉀素與水稻效應之相關研究，中華農學會報，新-40：50～62。

12. 林家棻、張愛華、吳懷國、1977，中部土壤所含磷形態與稻谷收量及磷吸取量之關係，中華農業研究 26（1）25～41。

13 盛澄淵、蘇楠榮、林銅鏞、馮明彬、1964，桃園紅壤磷鉀含量與水稻營養及肥料效應之關係，中華農學會報新48：18。

Potassium release characteristics of some selected soils of central Taiwan[1]

Char-fen Lin[2]

Summary

To evaluate K release, twenty soils from central Taiwan were intensively cropped with rice in pots, and soil K was extracted with hot water as well as sodium tetraphnyl-boron (NaTPB) for varying periods. When 30—gm soil samples were equilibrated with 30 ml hot water for 15, 30, 60, 120, 180, and 240 min., K extracted with hot water was linearly correlated with the logarithm of time from 15 to 240 min. Rate of K release varied from 8.62 to 50.01 ppm K/log (min.). Multiple regression equation between K release and other soil factors indicated that the rate of K release with hot water was positively proportional to the amount of exchangeable K present in the soil, but negatively to the soil pH or to the content of free iron oxides.

When 1-gm soil samples were equilibrated with solution containing NaTPB for 15, 120, 240, 480, and 960 min. Rate of K release varied from 0.4 to 3.09 ppm K/min. It was also found that the rate of K release was positively correlated with the content of non-exchangeable K (extracted by boiling N nitric acid) and negatively with soil pH as shown in a multiple regression equation.

Amounts of plant available K, as determined from cumulative K uptake by four successive croppings of rice plant varied from 405 to 1176, 414—2498, and 1537—3436 mg K/5.0 kg soil for the none, −K and +K treatments, respectively. The rate of K uptake was fairly well correlated with the rate of K release from the soil extracted either with hot water or with NaTPB. However, for the purpose of soil testing, the K values obtained by Mehlich procedure may adequately predicate the K supplying power of the soil.

---

1. Contribution No. 849 from the Taiwan Agricultural Research Institute. This study was financially supported in part by the JCRR.

2. Senior Soil specialist and Head of the Department of Agr. Chem. TARI.

中華農業研究 27(4)：309～314 (1978)・

稻黑椿象 (*Scotinophara lurida* Burm.) 之生態觀察[1]

陳 炳 輝[2]

摘要：稻黑椿象 (*Scotinophara lurida* Burm.) 乃新竹地區稻作主要害蟲之一。成蟲、若蟲均棲息於稻莖基部、較少在稻莖上部取食。該蟲年發生 3 代，越冬之成蟲在 4 月底侵入稻田爲害。6 月中、9 月初及 10 月底各代成蟲出現。至二期稻收割後成蟲飛入雜草叢越多。第一期作之蟲口密度高於第二期作。室內飼育一世代平均約需 45 天。若蟲 5 齡。卵期與各齡若蟲期平均分別爲 5、5.5、9、8.5、7.5 及 10 天。本文觀察其形態、生活習性及田間之發生消長。

稻黑椿象 (*Scotinophara lurida* Burm.) 原產於東南亞生產稻米之地區，但在日本分佈亦廣，足見其對環境之適應力頗强[(3)]。成蟲、若蟲均可吸取稻株養液，致受害株生育矮化，形成枯心或全株枯死[(2,4,6,7,8)]。

本蟲以往曾列爲臺灣五大稻作害蟲之一，在南部高屏地區發生較爲嚴重[(1,2)]。自 1952 年DDT、BHC 等有機氯烴劑普遍使用於水稻後，其嚴重性已減輕[(1)]。惟在該等藥劑禁用後，則在新竹地區又見發生。63 年該地區第一期作發生面積達 4,953 公頃，第二期作亦有 2,819 公頃之多，可謂該地區稻作主要害蟲之一。現階段有關本蟲之報告甚少，對其週年之發生消長，尙缺較有系統之調查資料。本觀察爲瞭解其生活習性、形態及其發生消長，提供對該蟲防治之參改。

材料與方法

一、形態及生活習性觀察：自田間採回成蟲，於室內以水稻飼育，待其產卵後，取下卵塊，置於培養皿中孵化，然後取出初孵化之若蟲，以毛筆移至網室盆栽生長 30 天之稻株基部，每日觀察記錄其取食、活動及各齡期之發育經過等。

二、田間發生消長觀察：新竹縣芎林鄉上山村有稻田 10 公畝，全年均不噴施任何殺蟲劑，故筆者於插秧後將該田區分爲四小區，每小區調查 15 株水稻，每星期調查一次，記錄黑椿象之成、若蟲及卵塊數等。同時，每天記錄降雨量與溫度等。

結 果

一、外部形態與生活習性

卵：長寬約 1×0.75 mm。鼓形。一般田間每一卵塊有 13～14 個卵，排列成 2～3 行。但室內飼養時每一卵塊最多可達 28 個。卵初產下時，淡綠色，孵化前變爲紅褐色，卵期約5天。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 851 號。本試驗進行期間承新竹區農業改良場黃課長益田給予鼓勵，該場林技佐礽鑑協助；本系林技士珪瑞代爲攝圖，文成後復蒙邱主任瑞珍斧正，羅技正幹成暨林技士珪瑞校閱，謹此一併誌謝。

2. 本所應用動物系技佐。

第 1 齡若蟲（圖 1 B）：初孵化時體長約 1 mm，圓形、體色初爲淡紅色，觸角及足均呈淡褐色。經 20 分鐘後，漸呈褐色，而腹部黑色點刻亦漸明顯。背面具 3 條深褐色橫帶，第一條較窄。喜成羣靜止於卵殼附近或稻株基部取食，甚少活動。齡期約爲 5～6 天。

第 2 齡若蟲：體長約 2.0～2.5 mm。頭、胸黃褐色具黑色點刻，複眼紅棕色而顯著。觸角、足，淡褐色。前中胸兩側各有 2 個不規則點。腹部暗褐色有黑色點刻，並具 3 條橫帶。亦喜羣棲取食，活動性小。齡期約 8～10 天。

第 3 齡若蟲（圖 1C）：體長約 3.0～3.5 mm。頭、胸黃褐色具黑色點刻。觸角淡褐色，其最末節呈暗褐色。足淡黃褐色。腹部褐色，具黑色點刻，背面亦具 3 條橫帶。自本齡期開始即分散活動取食，然均棲息於稻莖基部近水處或稻株附近雜草處，齡期約 8～9 天。

第 4 齡若蟲（圖 ID）：體長約 4.0～5.0 mm。頭、胸部、觸角、足、腹部形狀色澤以及其取食活動情形大致與第 3 齡若蟲相似。本齡期約 7～8 天。

第 5 齡若蟲（圖 IE）：體長約 6.5～8.0 mm。頭、胸部褐色。觸角淡褐，其最末節爲暗褐。翅芽明顯。腹部深褐色且密佈黑色點刻，背面亦具 3 條橫帶、第一條最窄。其取食活動情形如前齡若蟲，本齡期約 8～12 天。

成蟲（圖 1A）：體長約 9.0～10 mm，寬約 5.0 mm，雌蟲比雄蟲稍大。全體黑色，表面粗硬，密佈點刻。頭部向前方突出，其基部兩側爲突出之複眼。觸角 5 節，約爲體長之 $\frac{1}{2}$；第 1 節最短、第 2～4 節較細，最末節粗圓且兩端略尖細。口吻 4 節、長達後足之基節處。前胸背側緣前端各有顯著之刺狀突起，整個前胸節略呈六角形。小楯板舌形，其後方幾達腹部末端，前翅革質部黑色、膜質部淡色。足之基節、腿節黑色、其餘各節爲褐色。雄蟲腹部尾節背面有圓形之生殖孔、而雌蟲則

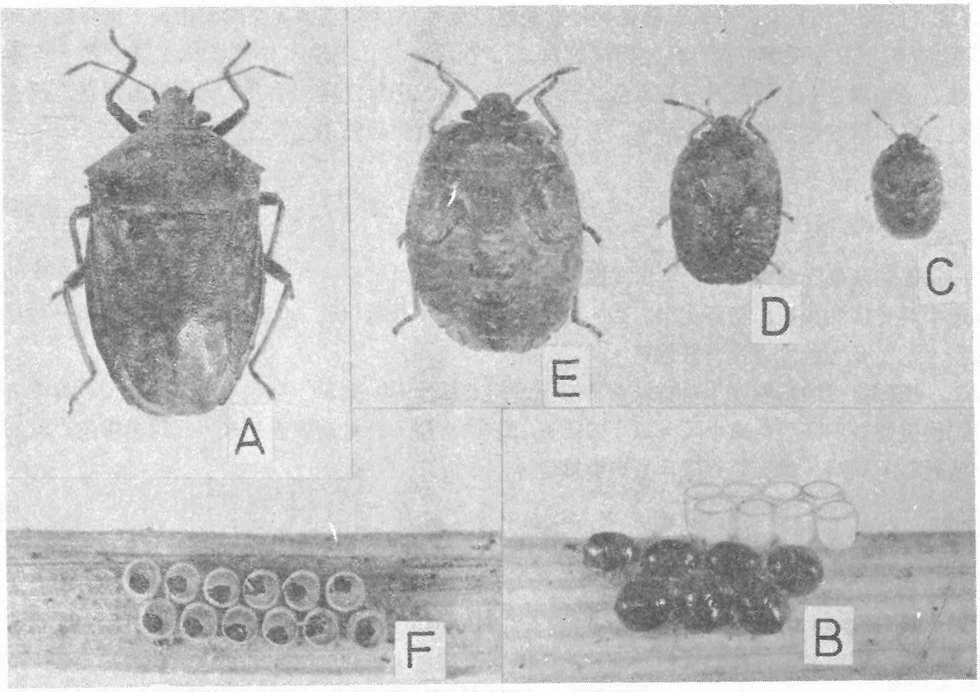


圖 1. 稻黑椿象各期形態。A. 成蟲。B. 第一齡若蟲及卵塊。C. 第 3 齡若蟲。D. 第 4 齡若蟲。E. 第 5 齡若蟲。F. 被寄生之卵塊。

Fig. 1. *Scotinophara lurida* Burm. A. adult, B. 1st instar nymph and egg-mass, C. 3rd instar nymph, D. 4th instar nymph, E. 5th instar nymph, F. Parasitized egg-mass.

無、但有斜溝二條。

成蟲白天均棲息於稻莖基部，以口針刺入稻株組織取食或靜止該部，甚少移行至稻株較上部活動。黃昏後則爬至葉面活動。全日都見交尾，但大多於夜間開始。室內觀察其每次交尾時間長達2：25～2：40左右。交尾時雌雄均不時移動其棲息位置。產卵亦多在夜間進行，雌蟲每產一卵需時 40～(52)～75 秒。產卵數不一，但每一卵塊約有 13～14 個卵，大都排列成 2～3 行。產卵位置不定，多產在稻莖基部，亦有產在葉面或稻株附近雜草上，在養蟲箱中則產在紗網上。

二、田間發生消長

黑椿象越冬之成蟲於第一期作插秧後4星期即4月上旬，由越冬處所侵入稻田。在成蟲侵入本田

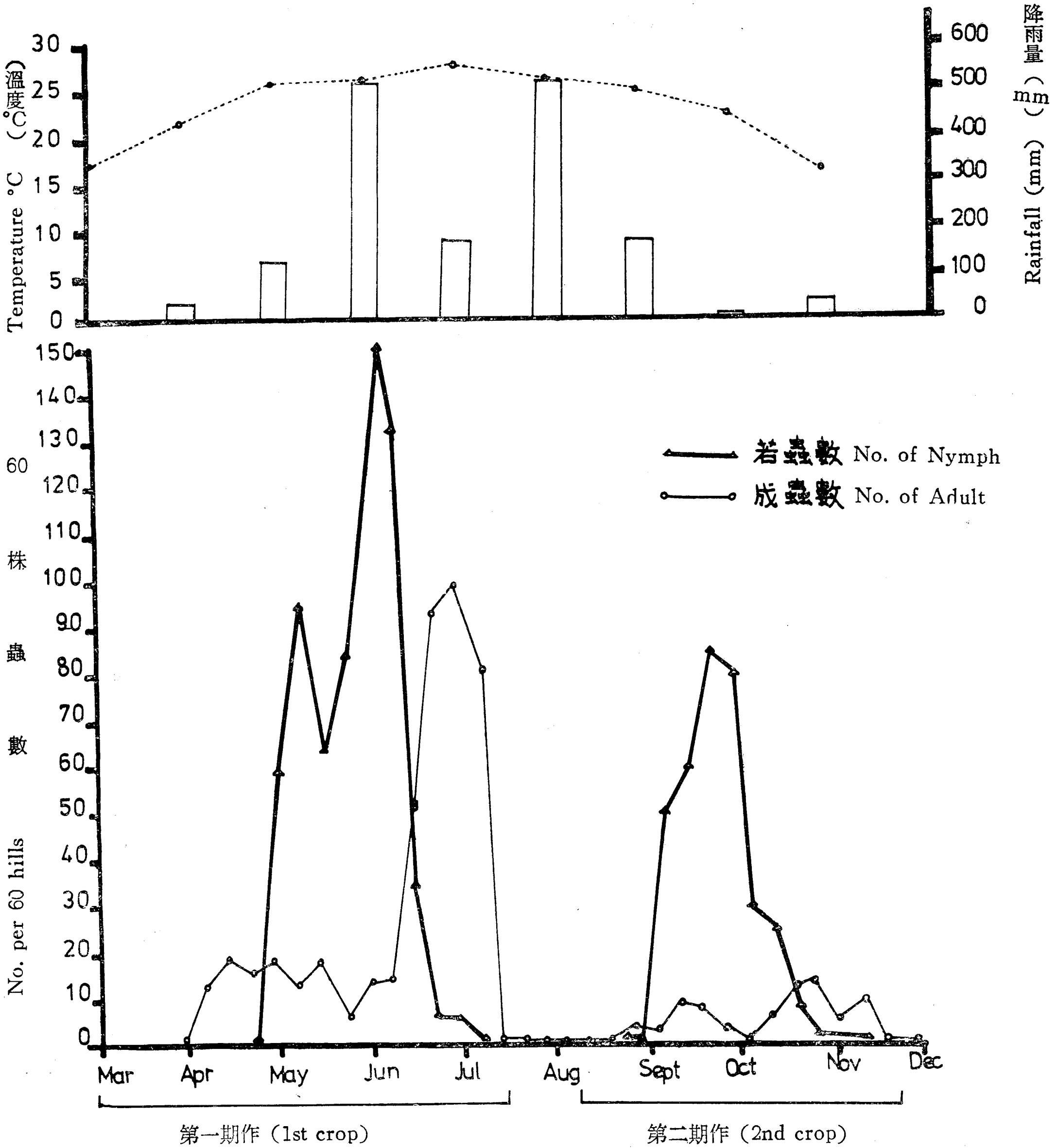


圖 2. 新竹地區 66 年一、二期作稻黑椿象發生消長與氣象之關係

Fig. 2. Population fluctuation of *Scotinophara lurida* Burm. and the rainfalls and temperature during 1977, in Hsin-chu area.

爲害3星期後之4月底，田間即可發現卵塊，其出現高峰一直延續至5月中旬爲止。第一世代若蟲首次在5月初出現，自此至6月上旬爲止，其蟲口數急增。而第一代成蟲之高峰期自6月中旬至7月初稻株收割後，隨即遷入田埂附近雜草、土礫裂縫間，或在田間稻椿或稻草堆下棲息。因此在第一期作時，黑椿象之第一代與第二代重疊發生，故黑椿象蟲口數有隨稻株之生長而增多之趨勢。(圖2，3)

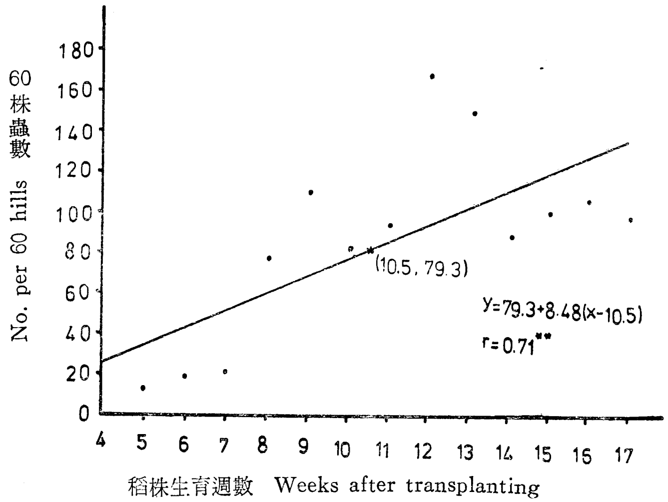


圖 3. 稻黑椿象發生密度與稻株生育週數之關係 (第一期作)

Fig. 3. The correlation between population density of *Scotinophara lurida* Burm. and age of rice plant in the 1st crop, 1977.

新竹地區第二期作於8月初插秧，黑椿象成蟲在9月初出現，而以9月中旬及 10 月中旬其蟲口數急驟上升。11 月下旬二期稻收穫後，成蟲即轉移至越冬場所越冬 。 至翌年春首期稻作插秧後再侵入本田爲害。就該期作而言，該蟲第二代與第三代部分重疊發生。

討 論

黑椿象一年間之發生世代隨各地溫度而有差異，在日本一年發生一代 ，其出現期自6月初至 10 月下旬 [3] 。在錫蘭年有4世代重疊發生 [6] 。而本省過去記載不一，有2代 [1] ，亦有5代 [2] 。而據調查結果，顯示新竹地區每年似發生3代，而以第3代之成蟲越冬。翌年春越冬之成蟲侵入稻田爲害之時間因水稻插植之早晚而異，若插秧較晚則其飛入稻田爲害之時間亦延後。因此，過去防治方法曾利用小面積之早植稻爲引誘作物 (Trap crop) 以誘殺成蟲，而2星期後再行插秧以避其爲害 [2,4] 。

該蟲之寄主植物 ， 據記述有6科 16 種 [3] 。 但曾在室內以象草 (Napier grass) 和幾內亞草 (Guinea grass) 飼育均可成功 [4] 。但仍以水稻爲最主要食料。

黑椿象爲害水稻之生育各期及部位亦因地區而異。在日本，無論成蟲或若蟲，對生育各期之水稻均可爲害。在錫蘭，僅見若蟲爲害水稻生育各期之基部，而成蟲更可爲害秧苗之上部，但二者均未見有爲害稻穗 [6] 。在本省據調查顯示，成蟲、 若蟲均未在秧田期發生 ， 大都在本田插秧30天後開始出現，足見其爲害是以分蘖期後爲主。且均於稻莖基部取食，未見其爲害稻穗。而成蟲僅在黃昏後或下雨稻株受潮時，始見其在稻株葉面活動。

水稻被害狀，依受害時期，部位與害蟲數而異。在田間水稻被害狀可分爲葉面局部斑(Localised leaf leisions) ，葉色黃化 (Chlorotic leisions) ，枯心 (Death of the central shoot) ，全株枯死 (Death of entire plants) 前二種於秧田期較常見，第三種發生於分蘖期，第四種在幼株受多

數黑椿象爲害時發生。對稻株之爲害，除口針刺吸引起之機械性刺傷外，更可分泌一種有毒物質以阻止葉綠素之正常作用，而造成上述四種不同之爲害 [6]。於室內接種不同蟲數對稻株之影響，接蟲愈多者稻株愈快速枯死。每株接蟲 20 隻時，稻株經 2 天後即枯死；而每株接蟲 1 隻者，稻株受害經 16～17 天始枯死 [7]。

66 年調查發生密度，顯示第二期作較第一期作少。究其原因，可能在 7 月底 8 月初，本省遭受賽洛瑪與薇拉兩次颱風侵襲，帶來之異常降雨量，使部分於稻田附近雜草棲息之黑椿象致死，而影響及第二期作之發生。又一、二期稻作受該蟲爲害之時間，都自分蘗盛期開始，且其蟲口密度與稻株生育情況有關，即稻株生長茂盛則棲息之蟲數越多，此與岡島氏 [3] 發現本蟲較喜在生育良好之稻株取食、棲息之結果相仿。可能因稻株生育茂盛則陽光無法直射至稻基部，造成多濕之環境，而有利於本蟲之增殖；且一般噴施藥劑亦難到達基部，再加食料充足蟲口數即逐漸增加。而稻田附近之雜草亦可供本蟲棲息產卵，有利於其發生。據 Fernando 氏記載，稻田及其附近有 4 科 10 種雜草爲本蟲喜產卵其上者 [6]。其中如禾本科 (Graminaceae) 之稗草 (*Echinochloa crus-galli*)；莎草科 (Cyperaceae) 之球花蒿草 (*Cyperus difformis*)，莎草 (*C. iria*)，土香 (*C. rotundus*)，木虱草 (*Fimbristylis miliacea*)，飄佛草 (*Fimbristylis dichotoma*)；蘋科 (Marsileaceae) 之蘋草 (*Marsilea quadrifolia*)；雨久花科 (Pontederiaceae) 之鴨舌草 (*Monochoria vaginalis*) 等 8 種爲本省稻田常見雜草。故對該蟲在雜草之棲息偏好性 (Preference) 有待進一步研究。

Fernando 氏測定各蟲期對有機氯烴劑、有機磷劑之忍受程度，發現對有機氯烴劑 (除 γ-BHC 外) 之忍受隨蟲齡而增大；對有機磷劑之抗性則隨蟲齡而增大。而越夏之成蟲與老熟若蟲對巴拉松 (Parathion) 之抗性比其他時期之成蟲大 2～19 倍 [5]。除藥劑防治外，其他如淸除稻田附近之雜草與殘株 (Stubble) 之耕犂、早生稻之栽植以誘殺越冬成蟲等耕作防治方法均屬有效。至於本蟲之天敵，在錫蘭、日本有一種卵寄生蜂 *Telenomus triptus* Nixon 其寄生率約在 20～36 % 之間 [3,4,6]。在新竹田間發現卵塊被寄生 (圖 1F) 惜未保留標本。

參 考 文 獻

1. 朱耀沂・1973・黑椿象 臺灣水稻之害蟲 ：21～24. 國立臺灣大學昆蟲研究室編。
2. 易希陶・1963・經濟昆蟲學 (下篇)：27～30. 正中書局。
3. 岡島銀次・1928・稻黑椿象の傳播に關する考察。日本學術學會報告 4：382～402。
4. De Alwis, E. 1941. The paddy pentatomid bug *Scotinophara* (*Podops*) *lurida* (Burm.). Trop. Agric. 96 : 217-220.
5. Fernando, H. E. 1960. The susceptibility of the rice pentatomid bug, *Scotinophara lurida* (Burm.) to insecticides, and the insecticidal control of this pest in Ceylon. Bull. ent. Res. 50 : 717-735.
6. Fernando, H. E. 1961. A biological and ecological study of the rice pentatomid bug, *Scotinophara lurida* (Burm.) in Ceylon. ibid. 51 : 559-576.
7. Lim, G. S. 1975. Effect of feeding by *Scotinophara* sp. on the rice plant. Rice Ent. Newsl. 3 : 26-27.
8. Naovarangsy, B. 1975. "Bug burn" in Laos. ibid. 3 : 4.

Some ecological observations on black rice bug (*Scotinophara lurida* Burm.) (Heteroptera : Pentatomidae)[1]

Bing-Huei Chen[2]

Summary

These observations were made during 1977 in Hsin-chu. The morphology, habits and the population fluctuation of the bug were reported.

Black rice bug (*Scotinophara lurida* Burm., Pentatomidae) has been known as one of the major pest on rice in Hsin-chu area in Taiwan. Its nymphs and adults inhabited on the basal part of rice plants and rarely feeding on the upper parts.

There were three generations during a year. In late April, hibernated adults invaded paddy fields. Then, the first, second and third generations adults emerged in middle June, early September and late October, respectively. The adults of third generation flew to their hibernated sites after the 2nd rice crop harvested.

The population density of the bugs during the 1st crop was higher than that of the 2nd crop. Under the laboratory conditions, the duration from egg to the adult emerged was about 45 days in average. Nymphs have five instars. The duration of the egg and 1st to 5th instar nymphs averaged 5, 5.5, 9, 8.5, 7.5 and 10 days, respectively.

1. Contribution No. 851 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Research assistant, Department of Applied Zoology, TARI.

中華農業研究 27(4)：315～324 (1978) •

磷鉀肥施用量與行距密度對山藥產量及蛋白質含量之影響[1]

徐原田 鄭心嫻[2]

摘要：爲了探討磷鉀肥施用量與栽植行距對山藥塊根產量及蛋百質含量之影響，乃舉行本研究。供試材料爲山藥（*Dioscorea alata L.*），分磷鉀肥施用量試驗，兩因子磷及鉀，各三平準(0, 50, 100 kg/ha) 共有9種處理，及不同行距密度試驗，共有4種行距(60, 80, 100, 120 cm)處理二部份。此將研究結果摘述如下：

1.肥料以每公頃施用磷肥 50 kg 及鉀肥 100 kg (P_1K_2 處理) 可增加地上部莖葉乾重量，每公頃平均比 P_0K_0 處理，可增加 315 kg；且對地下部之塊根收量也可增加，平均每公頃可增加 9,963 kg；由於鉀磷肥均有利於塊根之肥大，故收量有顯著增加。

2.在每公頃施用磷肥 50 kg 及鉀肥 100 kg (P_1K_2 處理) 之下較不施磷鉀肥者 (P_0K_0) 蛋白質含量提高 3.3%，因而品質大爲提高。

3.種植行距爲 60 cm 時收穫最佳，對地下部塊根收量每公頃比 120 cm 者可增加 6,164 kg。行距爲 80 cm 時比 120 cm 者每公頃可增收 5,485 kg，，且可提高塊根之蛋白質含量 3.27%，行距 120 cm 處理者結果相反，其蛋白質含量有降低之趨勢。爲增收塊根且兼顧蛋白質含量時則以種植行距 80 cm 最佳。

山藥（*Dioscorea alata* L.）爲薯蕷科（*Dioscoreaceae*）薯蕷屬（*Dioscorea*）之宿根植物。其地下肥大部份，稱爲擔根體(Rhizophore)；即其塊根，可供藥用或食用[1,2,3,4,5,6,13,14,19,23,24,29,30]。根有甘味無毒[13,14,19]。據中藥典記載，爲治虛勞、鎮心神、補五癆七傷、補心氣不足、强筋骨、泄精健忘、益腎氣、健脾胃、止腰痛等症[8,9,10,11,12,16,18]。爲常用藥材，神農本草經列爲上品。山藥因富含澱粉、蛋白質、粘液質及其他成分物質，具有很高的營養價值。不但可製成中藥「淮山」，且可加工製成各種食品，以利外銷[17]。據太田（1975,8.8 中央日報刊載）研究，山藥所含精氨酸（Arginine）及肽素（Choline），可防止生癌物質在胃中之存在，因而可防止胃癌之發生。據中國生草藥研究發展中心[30]，所編「中國方藥學」一書中，述及山藥含有粘蛋白質，澱粉，其中所含粘蛋白質在體內可分解爲可利用性之蛋白質和碳水化合物；而澱粉可分解爲葡萄糖，其對糖尿病有一定療效[30]。我國中藥材，除了少部份採自本省野生或栽培外，大部份靠國外輸入，每年耗費外匯頗鉅。因此政府近年倡導藥用植物推廣栽培，以求自給，並進而推展外銷。近年來山藥已成爲本省外銷新興經濟作物之一，除供國內需要外，亦供外銷。據許鴻源[17]調查研究，山藥加工品「淮山」，本省過去每年外銷 10 萬公斤，其品質與中國大陸生產者相仿，故在香港頗受歡迎。民國66年淮山每公斤價格約新臺幣 160 元，計賺取外匯當在新臺幣壹仟陸百萬元以上，裨益農村繁榮。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第852號 • 本研究第一作者承國家科學委員會之獎助，文承本所農藝系主任謝順景博士、技正劉大江博士，及農化系技正邱再發博士詳予斧正，謹誌謝忱。

2. 本所農藝系技佐、技士。

本所過去曾試植山藥，成績甚佳，每公頃可收塊根重量 20,000 公斤(一年生)。據邱年永[13,14]調查本省南投赤水一帶山藥栽培情形，每公頃可收塊根重量在 15,000～20,000 公斤之間。依作者調查山地農牧局在嘉義地區推廣情形，一般農民種植山藥時所施用肥料多以氮肥爲主，忽略磷肥及鉀肥之施用，而磷肥及鉀肥對山藥之收量及品質均有莫大之影響[7,15,20,27]。另外，一般農民栽培行距相差很大，約在100～200公分，不但浪費土地，且影響單位面積產量[14]。作者針對上述問題，擬以改善山藥之栽培方法，即（1）磷鉀肥料之配合施用量，與（2）栽培種植行距密度，來提高山藥單位面積之收量以及品質，以增加其利用價值。

材料及方法

研究材料：山藥（*Dioscorea alata* L.）

研究方法：

磷肥施用量對山藥產量及蛋白質含量之影響

氮肥施用量固定爲 N50kg/ha，磷及鉀施用量各三平準之組合，其爲 9 個處理如表一，肥料處理之全施肥量平均分施於植後 2 、 3 及 4 月三次。

表1. 山藥田間試驗肥料處理

處理區及代號		磷施用量 (P_2O_5 kg/ha)	鉀施用量 (K_2O kg/ha)
1	P_0 K_0	0	0
2	P_0 K_1	0	50
3	P_0 K_2	0	100
4	P_1 K_0	50	0
5	P_1 K^I	50	50
6	P_1 K_2	50	100
7	P_2 K_0	100	0
8	P_2 K_1	100	50
9	P_2 K_2	100	100

試驗設計採用複因子逢機完全區集設計[21,22]，9 處理，4 重複，每處理小區面積 380 cm × 80 cm，株距 30 cm，植 12 支。每處理小區於一年生時採收一半，另一半於二年生時才採收。生育期間調查株高、節數、分蘖數、莖葉乾重量、塊根數目及重量。蛋白質之分析於山藥塊根烘乾磨粉後，採用Semi-micro-kjeldahl 法測定含氮量，再乘以 6.25 即爲蛋白質含量[26,28]。

行距密度對山藥產量及品質之影響

株距仍爲 30 cm，行距分爲 60，80，100 及 120 cm，4 種處理。試驗設計採用逢機完全區集設計[21,22]，4 處理，4 重複，每處理小區面積爲 380cm × 60cm 380cm × 80cm, 380cm × 100cm及380cm × 120cm，每小區植12支，資料統計以單株計算，並換算單位面積產量以資比較。生育調查與前述相同。

結果與討論

一、磷鉀肥施用量對山藥產量及蛋白質含量之影響

本試驗自1974年 3 月至1976年 1 月之研究結果如下：

（一）磷鉀肥施用量對山藥農藝性狀及蛋白質含量之影響：

就株高而言，一年生山藥生長初期對各種處理之反應無顯著之差異，惟 P_0K_0 處理區生育有較慢之趨勢，其株高比 P_1K_0 者低 21.7 cm；而在缺磷肥或鉀肥處理區對於株高之影響不大，經變方分析結果，發現各處理對株高之影響不顯著。二年生者其生長初期之株高以 P_0K_2 施用區爲最高，平均株高爲 98 cm, P_1K_2，區次之，株高平均爲 96 cm, ，而以 P_2K_0 區及 P_0K_0 區爲最矮，平均只79及82 cm。經變方分析結果，各處理對株高之影響呈極顯著差異，磷肥處理者呈顯著，鉀肥呈極顯著（表 4），磷肥與鉀肥之交感則不顯著（表 3）。

生育初期之節數以 P_2K_1 區爲最多，平均13.3節，而以 P_1K_1 區爲最少，平均 10.15 節，各處理間差異不大（表 2）。經變方分析結果各處理間呈不顯著，K肥處理者呈顯著，其他磷肥及磷鉀肥間交感處理者結果均不顯著（表 4）。一年生山藥初期生育 P_0K_0 區之分蘖數爲最多，平均 5.35 支

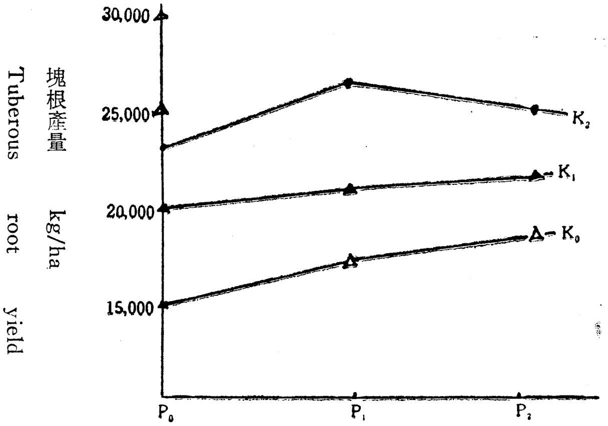
表 2. 磷鉀肥施用量對山藥農藝性狀及根含蛋白質量之影響

Table 2. Effects of phosphorus and potassium fertilizers on agronomic characters and protein content of root in *Dioscorea alata* L.

項　目 Items		1 P_0K_0	2 P_0K_1	3 P_0K_2	4 P_1K_0	5 P_1K_1	6 P_1K_2	7 P_2K_0	8 P_2K_1	9 P_2K_2	總計 Total	平均 Mean
株高 Plant ht (cm)	一年生	147.7	150.2	158.0	169.4	162.0	166.2	162.7	153.1	156.0	1,425.3	158.37
	二年生	82.0	89.0	98.0	87.0	88.0	96.0	79.0	87.0	86.0	792.0	88.0
		c	abc	a	bc	abc	ab	c	bc	bc		
節數 No. of nodes (per Plant)	二年生	12.88	12.03	10.20	12.68	10.15	10.80	12.88	13.30	10.75	105.67	11.74
		ab	ab	ab	ab	b	ab	ab	a	ab		
分蘖數 No. fo tillers (per plant)	一年生	5.35	4.15	4.80	4.85	4.60	5.30	4.55	4.45	4.15	42.2	4.69
	二年生	3.04	2.83	2.26	3.15	1.56	2.67	2.67	3.75	2.46	24.39	2.71
莖葉乾重 Dry Wt. of ste mleaf (g/plot)	一年生	220	238	290	240	248	325	270	298	313	2,442	271.33
塊根數 No. of tuberous root (per plant)	一年生	1.75	1.75	1.38	1.88	1.63	2.00	1.88	2.38	2.00	16.65	1.85
	二年生	1.59	2.33	1.83	2.67	2.42	2.50	2.95	3.5	2.75	22.34	2.48
		d	bcd	bcd	abc	bcd	abcd	ab	a	ab		
塊根重 Wt. of tuberous root (g/plant)	一年生	385	503	580	428	518	628	463	528	618	4,651	516.78
		h	def	abc	gh	de	a	fg	d	ab		
	二年生	418	553	388	595	422	532	457	462	478	4,305	478.33
塊根含蛋白質量 Protein contert of tuberous root (%)	二年生	10.9	12.9	12.6	14.2	10.5	14.2	13.5	10.4	12.5	111.7	12.41
		cd	abc	abcd	a	d	a	ab	d	abcd		

註：採用 Duncan's multiple Range Test 法測定。

（1株種苗），其他處理者並無顯著差異，二年生初期生育分蘗數則以 P_2K_1 區爲最多，平均 3.75 支。其他各處理結果差異不大（表2），地上部乾莖葉重重，以 P_1K_2 處理區最高，每小區平均達 0.325kg，P_0K_0 處理區爲最低，每小區平均只有 0.22kg。由資料顯示，在磷加鉀肥及鉀倍肥下施用可提高莖葉重量，而在磷肥施用下亦可提高其收量，但效果較差。塊根數結果，一年生者各處理間無多大差異；二年生者以 P_2K_1 處理區塊根數最多，每株平均塊根數可達3.5個，而以 P_0K_0 處理區爲最少，平均只有1.58個，其他差異不大，經變方分析結果，各種處理差異顯著，磷肥間極爲顯著，而在鉀肥及磷鉀肥交感間則呈不顯著(表2、3)。塊根重量調查分析，一年生者以 P_1K_2 處理區爲最高，平均每株塊根重量可達 0.628kg，而以 P_2K_2 處理區爲次高，平均每株 0.618kg，在 P_0K_0 處理區爲最低，平均每株只有 0.385kg，換算每單位面積最高產量爲 P_1K_2 處理區 25,748kg/ha 比對照（P_0K_0）區增加 9,963 kg/ha（圖1）增產率63%。經變方分析結果各處理間差異呈極顯著，磷



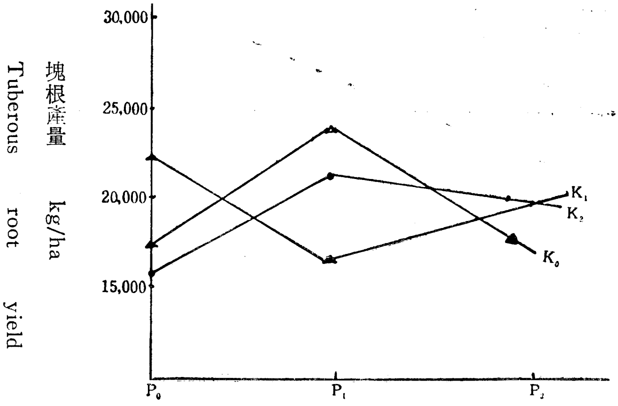


圖 1. 磷鉀對山藥一年生（上）及二年生（下）塊根產量之影響

Fig. 1. Effects of phosphorus and potassium on the tuberous roots yield of one and two year ald *Dioscorea alata L.*

△ K_0　▲ K_1　• K_2

肥及鉀肥間呈極顯著（表 3 、4 ）。鉀倍肥施用下有利於塊根之肥大，收量較高，磷肥之施用亦有增產塊根之效果。二年生者，由於生育期間，雨量缺少，且又缺乏灌溉水之情況下，使其生育環境較爲乾旱，因此各處理間差異不大，經變方分析結果，處理磷肥及鉀肥之結果均呈不顯著，而磷鉀交感結

表 3. 磷肥不同施用量下對山藥農藝性狀及根含蛋白質量差異比較表

Table 3. Comparision of agronomic characters and protein content of roots under three levels of phosphorus fertilizer in *Dioscorea alata* L.

項目 Items	P_0	P_1	P_2	L. S. D. 5 %	L. S. D. 1 %
平均株高 Mean number ht (cm)	89.7	90.3	83.8	5.4	7.3
平均塊根數 Mean root number (No/plant)	1.92	2.53	3.00	0.54	0.73
平均塊根重 Mean tuberous root wt (g/plant)	489	524	536	27	37
平均蛋白質量 Mean protein Content (%)	11.37	12.93	12.13	1.16	1.58

註：平均塊根重爲一年生植株外，其他各性狀全爲二年生植株。

表 4. 鉀肥不同施用量下對山藥農藝性狀及根含蛋白質量差異比較表

Table 4. Comparision of agronomic characters and protein Content of roots under three levels of potassium fertilizer in *Dioscorea alata* L.

項目 Items	K_0	K_1	K_2	L. S. D. 5 %	L. S. D. 1 %
平均株高 Mean plant ht. (cm)	82.7	87.8	93.3	5.4	7.3
平均節數 Mean node No. (per plant)	12.81	11.83	10.58	1.55	2.10
平均塊根重 Mean tuberous root wt. (g/plant)	425.0	516.0	608.0	27.0	37.0
平均蛋白質含量 Mean protein Content (%)	12.84	11.67	12.32	1.16	1.58

註：平均塊根重爲一年生植株外，其他各性狀全爲二年生植株。

果呈顯著差異（表5），即磷鉀於適當配合施用下可提高收量。山藥塊根中蛋白質含量以 P_1K_0 處理區及 P_1K_2 處理區爲最高，平均可達14.2%，高出 P_0K_0 區3.3%。差異極爲顯著，磷肥及鉀肥間呈顯著差異（表3、4），而在磷鉀肥交感間也呈極顯著差異（表5）。由此可知磷鉀肥適當之配合施用可提高塊根中蛋白質之含量。

（二）磷鉀肥施用量對山藥農藝性狀與產量之相關關係：

表 5. 磷鉀肥交感效應對二年生山藥塊根收量及其蛋白質含量之差異

Table 5. The interaction effects of potassium-phosphorus fertilizers on the yield and protein Content of tuberous roots in 2-year old *Dioscorea alata* L.

項目 Items	P_0			P_1			P_2			L. S. D.	
	K_0	K^I	K_2	K_0	K_1	K_2	K_0	K_1	K_2	5 %	1%
平均塊根重 Mean tuberous root yield (g/plant)	−46.92	99.42	−52.50	67.08	−95.08	28.00	−20.16	−4.34	24.50	62.2541	84.3628
平均蛋白質含量 Mean protein Content (%)	−1.191	2.408	−1.217	0.541	−1.583	1.042	0.650	−0.825	0.175	0.96037	1.30144

表 6. 山藥之農藝性狀與產量之相關關係

Table 6. Correlation Coefficients between yield and agronomic characters of *Dioscorea alata* L.

關係 Relationship	相關係數 Correlation coefficients	迴歸方程式 Regression equation
一年生：株高 (X_1) 和產量 (Y) Plant ht. (X_1) and yield (Y)	0.01	$Y=513.54+0.01X_1$
分蘗數 (X_2) 和產量 (Y) Tiller number (X_2) and yield (Y)	0.08	$Y=492.97+5.11X_2$
莖葉乾重 (X_3) 和產量 (Y) Dry wt. of stem leaf(X_3)and yield (Y)	0.43**	$Y=361.57+0.57X_3$
塊根數 (X_4) 和產量 (Y) No. of tuberous root(X_4) and yield (Y)	0.15	$Y=476.53+21.57X_4$
二年生 株高 (X_1) 和產量 (Y) Plant ht (X_1) and yield (Y)	0.06	$Y=407.32+0.8X_1$
節數 (X_2) 和產量 (Y) No. of nodes (X_2) and yield (Y)	0.20	$Y=364.86+9.65X_2$
分蘗數 (X_3) 和產量 (Y) Tillier number (X_3) and yield (Y)	0.24	$Y=416.11+22.94X_3$
蛋白質 (X_4) 和產量 (Y) Protein (X_4) and yield (Y)	0.51**	$Y=154.4+26.67X_4$
塊根數 (X_5) 和產量 (Y) No. of tuberous roots(X_5)and yield (Y)	0.36*	$Y=354.29+49.95X_5$

N=34　　5%　　$r_1=0.32956$

　　　　1%　　$r_2=0.4243$

(磷鉀肥施用量分9種處理)

由表 6 可知，一年生者，乾莖葉重與塊根之產量呈極顯著之正相關，其他如株高、分蘖數、塊根數則與產量間之相關不顯著。二年生者，蛋白質含量與產量呈極顯著正相關；塊根數與產量呈顯著正相關，其他如株高、節數、分蘖數與產量之關係呈不顯著。其複直線迴歸方程式如下：

(Y) 塊根收量 $=-25.31+0.58x_1+4.28x_2+11.43x_3+23.71x_4+33.36x_5$

$R=0.60^*$　　　　*5%顯著平準。

總之，在磷鉀倍肥施用下，生長較佳，唯少量磷鉀肥亦促進生長，不施磷鉀者較差。而莖葉及塊根收量調查，其鉀肥對收量效果極爲顯著，但在磷肥方面之效果甚微，此顯示鉀肥可提高之山藥塊根收量，在磷鉀肥適當配合施用下對蛋白質含量也可提高。如以塊根收量而言，則以一年生採收比二年生者爲宜；以蛋白質含量言，則以二年生採收比一年生者爲佳。

表 7. 行距密度對山藥農藝性狀及根蛋白質含量之影響

Table 7. Effects of row space on protein content of root and agronomic characters of *Dioscorea alata* L.

項目 Items	行距 Distance between rows (cm) 60	80	100	120	總計 Total	平均 Mean
株高 Plant ht. (cm)	32.79	34.47	40.97	39.33	147.58	36.89
節數 No. of nodes (per plant)	7.41	7.52	8.74	8.88	32.55	8.14
分蘖數 No. of tilliers (per plant)	1.46	1.37	1.53	1.39	5.77	1.44
莖葉乾重 Dry wt. of stem leaf (g/plot)	237.50	237.50	205.00	267.50	947.50	236.88
塊根數 No. of tubeeous root (per plant)	1.30	1.33	1.20	1.07	4.90	1.23
塊根鮮重 Fresh wt. of tuberous roots (g/plant)	438.75 d	571.00 c	600.00 b	638.25 a	2,248.00	562.00
塊根含蛋白質量 Protein Content of tuberous roots(%)	14.81	17.85	16.41	14.58	63.65	15.91

註：採用 Dancan's Multiple Range Test 法測定。

二、行距密度對山藥產量及品質之影響

本試驗自 1975 年 3 月至 1977 年 1 月之研究結果如下：

(一) 行距密度對山藥農藝性狀與品質之影響：

山藥生長初期之株高各處理間之差異不大，以種植行距 100 cm 處理區平均高度達 40.97cm，

表 8. 山藥農藝性狀塊根收量與蛋白質含量之互相間的相關。

Table 8. Correlation between agronomic characters yield and protein content of tuberous roots of *Dioscorea alata* L.

項目 Items	株高 (X_1) Plant ht.	節數 (X_2) No. of nodes	分蘖數 (X_3) No. of tilliers	塊根數 (X_4) No. of tuberous root	莖葉乾重 (X_5) Dry wt. of stem leaf	蛋白質含量 (X_6) Proteim content	塊根收量 (X_7) Yield of tuberous roots
株高 (X_1) Plant ht.	1	0.9458**	0.8379**	– 0.2656	0.2612	– 0.0867	0.0905
節數 (X_2) No. of nodes		1	0.7365**	– 0.1966	0.3771	– 0.1491	0.1899
分蘖數 (X_3) No. of tilliers			1	– 0.1571	0.1349	– 0.1298	– 0.0543
塊根數 (X_4) No. of tuberous root				1	– 0.0287	0.1782	– 0.1389
莖葉乾重 (X_5) Dry wt. of stem leaf					1	– 0.4242	– 0.1215
蛋白質含量 (X_6) Protein content						1	0.4101
塊根收量 (X_7) Yield of tuberous roots							1

** 1 %顯著平準。(1% Significant level).

但在行距60 cm 處理區平均高度爲32.79 cm, ，經變方分析結果各處理間之差異不顯著。節數而言，初期生育各種處理間之差異不顯著（表 7）。分蘖數及莖葉乾重各種處理間之差異不顯著（表 8）。塊根數各種處理間之差異不顯著，以塊根鮮重量而言，行距 120 cm 處理區平均塊根鮮重量每株爲 638.25 g，而以行距 60 cm 處理區平均每株爲 438.75 g ，各種處理間之差異大。換算單位產量，種植行距若是 60 cm 則每公頃之塊根收量爲 24,090 kg；若是種植行距是 120 cm，則每公頃塊根之收量爲 17,926 kg，前兩者之相差爲每公頃 6,164 kg，經變方分析結果，各處理間之差異極爲顯著。

依表 7 分析結果以行距 80 cm 種植之山藥塊根所含之蛋百質量最高達 17.85%，而行距 120 cm 者最低，只有 14.58 %，較前者低 3.27%。其他不同行距密度對塊根中蛋白質含量之差異不大，經變方分析結果也不顯著。

㈡行距密度對山藥農藝性狀與產量相關關係：

由表 8 、株高與節數，株高與分蘖數及節數與分蘖數之間有極顯著之正相關關係，其他性狀如塊根數，莖葉重，蛋白質含量，塊根收量之間均無相關關係存在。

總之，在山藥生育初期不同種植行距對株高，節數，分蘖數，莖葉乾重及塊根數無顯著的影響。但在塊根收量方面，種植行距愈大，單株塊根收量愈高；以單位面積則以 60 cm 產量最高，而以 120 cm 爲最低，在行距處理其單株與單位面積產量則有相反之趨勢。其蛋白質含量以行距 80 cm 爲最高，而以行距 120 cm 爲最低，因此蛋白質含量可能與單株產量有關，而低於行距 60 cm 時，因田間一般操作及管理上均感不便，故未引入參試處理。山藥雖是旱地作物，但在生育期亦需有適當之水分不可，且山藥大都植於山坡地與缺水地方，因此在生育期間如缺少雨水，則嚴重影響山藥之生育，塊根之形成以及蛋白質含量；爲了涵蓄水分及減少水分蒸發起見，土壤覆蓋物可能也影響到山藥塊根產量及品質，有關此項須待進一步研究。

參考文獻

1. 木村康一、木村孟淳・1964・原色日本藥用植物圖鑑 ：124.保育社出版。
2. 日本公定書協會編・1971・新しい藥用植物栽培法 ：400 廣川書店。
3. 甘偉松・1971・藥用植物學 ：627～356。國立中國醫藥研究所出版。
4. 伊澤凡人，三宅壽夫，因中孝治，藤森正久。1963。これからの藥草栽培と採取：361～368・アヅ書房刊。
5. 李時珍・1593・本草綱目。：958。文友書店重刊（1963）。
6. 吳其濬・1848・植物名實圖考（上下册）：57～492及長編（上下册）：63.（1960, 1962）。
7. 易希道・1974・最新植物生理學 ：68～72。環球書社。
8. 那琦・1965・臺灣產山藥之生藥學研究 ：1～84。
9. 那琦、鄭炳金・1967・臺灣產山藥之生藥學研究補遺。北醫自然會會刊（6）：46～72。
10. 那琦、蔡理里・1969・臺灣產山藥之生藥學研究補遺之二。北醫自然會會刊（8）：48～56。
11. 那琦、東丈夫、岡西爲人。1958。東北之藥材（上册）：34～72。國立中國醫藥研究所出版。
12. 孫星衍、孫馮翼。1891。神農本草經。：52～76。自由出版社重刊（1958）。
13. 邱年永・1971・山藥的栽培與加工。新醫潮期刊（15）：83～88。中國醫藥學院出版。
14. 邱年永・1973・藥用植物栽培法。：415～424。 大學圖書出版社。
15. 盛澄淵・1956・肥料學。：31～105。
16. 許鴻源・1968・中藥成分最近的研究。：180～181。國立中國醫藥研究所出版。
17. 許鴻源・1972・臺灣地區中藥藥材圖鑑。：35～163。行政院衛生署中醫藥委員會出版。
18. 許喬木・1960・臺灣藥用植物成分Ⅰ。：12～60。國立中國醫藥研究所出版。
19. 張哲英・1974・本草備要大綱。：17。
20. 張守敬・1964・臺灣省今後的土壤肥料工作。科學農業 12（1.2）：5～13。
21. 張魯智・1965・試驗技術講義。：90～167。
22. 葉樹藩・1974・生物統計學。：45～197。
23. 趙學敏・1765・本草綱目拾遺。：75～83。旋風出版社重刊（1970）
24. 劉棠瑞、黃增泉・1962。臺灣之薯蕷屬植物。中研院植物學彙報3（2）：15～21。
25. 盧英權・1966・作物學通論。：15～71。
26. 顏焜榮・1968・植物化學。：5～40。國立中國醫藥研究所出版。
27. 蘇楠榮・1974・肥料簡說。旱地糧食作物改進講習會專刊。：159～174。臺灣農業研究中心。
28. 蘇仲卿・1974・作物品質及其測定技術。旱地糧食作物改進講習會專刊。：113～117。臺灣農業研究中心。
29. ———1974・現代本草中國藥材學。：480～484。啓業書局。
30. ———1976・中國方藥學。：450～554。中國生草藥研究發展中心出版。

Effects of phosphorus and potassium levels and plant spacing on the yield and protein content of *Dioscorea alata* L.[1]

Y. T. Shyu and H. H. Cheng[2]

Summary

The present experiments were aimed at studying the effects of different levels of phosphorus (P) and potassium (K) fertilizers as well as different planting densities on the yield and protein content of *Dioscorea alata* L. a popular medicinal plant.

1. When 50 kg of P and 100kg of K fertilizers were added to the normal level of nitrogen fertilizer (50kg/ha), a marked increase in tuberous roots was observed up to 9,963 kg per hectare and also for dry weight of stem and leaves up to 315 kg per hectare in comparison with those without P and K application.

2. The protein content of tuberous root in the P. and K. applied plot increased 3.3% point in comparison with that of without P. and K. application.

3. It was observed that at 60 cm and 80 cm of spacing between rows resulted in an increase of 6,6164 kg and 5,485 kg per hectare of tuberous root respectively, in comparison of 120 cm spaced plot. Further, protein content was found to be 3.27% point higher in 80 cm spaced plot than that of 120cm spaced plot.

1. Contribution No. 852 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Research Assistant and Specialist. TARI.

Jour. Agric. Res. China 27(4) : 325~343 (1978) •

Studies on the anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* Kühn in Taiwan [1]

C. C. Tu and Y. C. Chang [2]

Abstract : Anastomosis among 264 isolates of *Rhizoctonia solani* (=*Thanatephorus cucumeris*) indicated that 251 isolates fell into one of five groups (TRAG 1-TRAG 5) corresponding to groups previously descriebd by Ogoshi in Japan. Four of them (TR-AG 1-TRAG 4) were also comparable with those groups reported by Parmeter, et al in the North America, and Schultz and Richter & Schneider in the Europe.

Anastomosis between isolates from the same group was perfect fusion, imperfect fusion, or contact fusion. No hyphal fusion was observed between isolates of different groups. Each anastomosis group seemed to have specificity in the host range, but this specificity was not rigid.

Rhizoctonia solani Kühn is a widespread and destructive soil-borne plant pathogen. It consists of a great number of isolates differing in various characteristics [2]. Several workers [1,3,13,15] had attempted to group *R. solani* by cultural, physiological, morphological, or pathological criteria, but their groupings were finally found to be with only little practical value because of overlapping of these characteristics among groups. Schultz [12] and Richter & Schneider [11] reported that capacity to anastomose provided an indication of relationship within groups of isolates in *R. solani*. Isolates within each of several groups anastomosed with other isolates within the group, but not with isolates from other group. It was also found that there were greater morphologic and physiologic similarities within an anastomosis group than between groups. Unfortunately, the significant value of anastomosis groups of *R. solani* was not commonly recognized and accepted until Parmeter, et al (1969) published an intensive study in 1969.

Anastomosis groups of *R. solani* have been reported from Europe [11,12], North America [9], and Japan [5,6,7,8], but similar report has not been found in Taiwan yet. This report describes the anastomosis groups of *R. solani* in Taiwan and their co-relationship with the groups reported in literature.

---

1. Contribution No. 853 from the Taiwan Agricultural Research Institute. This research was supported by the National Science Council (NSC) Grant No. 77 (NSC)-A12-1-2563.

2. Senior Plant Pathologist & Head and Assistant Plant Pathologist, Department of Plant Pathology, TARI.

Materials and Methods

Approximately 282 isolates presumed to be *R. solani* were collected. All isolates were examined critically according to current species criteria[10], and 264 of them were confirmed to be *R. solani* (Table 1). All varified isolates of *R. solani* were tested for anastomosis relationships.

Anastomosis was tested by opposing isolates on 2% water agar or on cellophane resting on water agar in petri dishes. Mycelial transfers from the margins of actively expending young cultures on potato-dextrose agar were incubated at room temperature or at 23-26°C until advancing hyphae made contact and slightly overlaped. This portion was then removed, mounted on a slide, stained with cotton blue in diluted lacto-phenol, and was observed under a microscope.

Eighteen isolates from five anastomosis groups in Japan[8] were supplied to the authors by Dr. Akira Ogoshi. Thus, anastomosis between these isolates and the representative isolates of Taiwan were also observed.

Results

Anastomosis reactions. There were various kinds of anastomosis reaction between hyphae of *R. solani*. It might occur between two hyphal tips (Fig. 1), a hyphal tip and a telemorphic branch (Fig. 2C), or two telemorphic branches of very close parallel hyphae(Fig. 2B). In fact, hyphae usually grew across each other without anastomosis even they came from the same isolate.

A successful anastomosis, also called"perfect fusion", involved three steps ; hyphal contact, cell-wall fusion, and cytoplasmic fusion. When two hyphae were close enough, usually in 7—15 μm, their tips inclined towards one another(Fig. 1A) and rapidly made contact (Fig. 1B), then anastomosed after flattening against one another by lysis of the double cell-wall thus formed (Fig. 1C). Consequently cytoplasmic exchange (Fig. 1D) followed. The duration for the completion of this process was approximately 40—60 minutes.

In the course of anastomosis before hyphal contact, one of three cases might occur ; hyphae of two isolates were attracted each other (Fig. 1A), hyphae of one isolate was attracted by hyphae of another isolate (Fig. 2C & F), or such attracting phenomena were not observed and thus, hyphae approched one another by chance. Anastomosis within one and the same isolate was perfect fusion (Fig. 2B), anastomosis between isolates from the same group might be perfect fusion (Fig. 1, and 2A & D), imperfect fusion (Fig. 2E), or contact fusion(Fig. 2F). The imperfect fusion resulted in the death of fused and adjacent cells. The contact fusion showed only hyphal contact without further hyphal growth, cell-wall fusion, and cytoplasmic fusion.

Anastomosis groups. Based on the fact that anastomosis between isolates from the same group was perfect fusion, imperfect fusion, or contact fusion, two isolates formed perfect fusion or imperfect fusion meaned that these two isolates belonged to the same anastomosis group. Thus, 251 out of 264 tested isolates were classified into five anasto-

mosis groups(Table 1). In order to distinguish these groups from those of reported from other countries, they were designated Taiwan *Rhizoctonia solani* Anastomosis Group (TRAG) 1, 2, 3, 4, and 5.

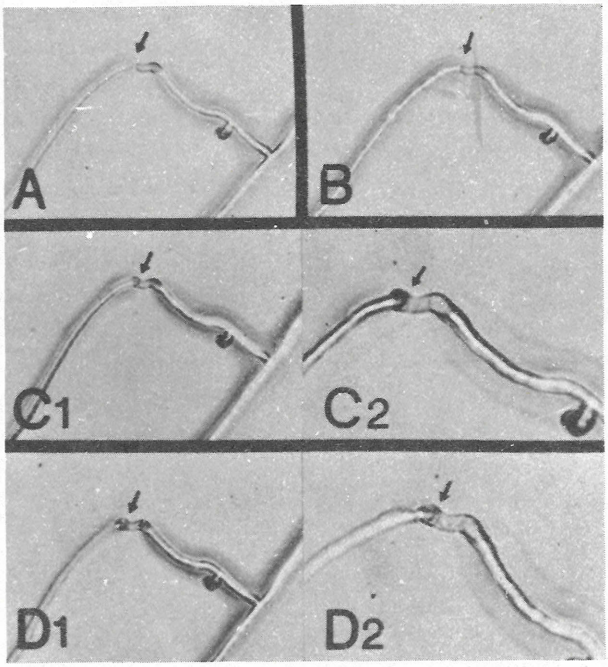


Fig. 1. Hyphal anastomosis between isolates F3 and SW 10. A. Hyphal tips attracting each other. B. Contacting of hyphal tips. C1. & C2. Lysis of contacting cell-wall. D1. & D2. Cytoplasmic exchange of anastomosed cells.

TRAG 1 : This group contained 184 isolates, to which most of them were isolated from rice (*Oryza sativa*). Rest of them were from peanut (*Arachis hypogaea*), soybean (*Glycine max*), sorghum (*Sorghum vulgare*), mungbean (*Vigna radiata*), flax (*Linum usitatissimum*), potato (*Solanum tuberosum*), and soil. The host plants of TRAG 1 distributed in seven genera as listed in Table 2.

TRAG 2 : This group contained 17 isolates. They were from sweet pepper (*Capsicum frulescens*), tulip(*Tulipa gesneriana*), radish (*Raphanus sativus*), Matrush (*Juncus effusus*), flax, potato, and soil.

TRAG 3 : This group contained 9 isolates. All of them were from potatoes, and were isolated from potato tubers only.

TRAG 4 : This group contained 38 isolates. Most of them were from potatoes, and were isolated from both tuber and stem. The host plants of this group included chrysanthemum (*Chrysanthemum cinerariifolium*), jute (*Corchorus capsularis*), watermelon (*Citrulus vulgaris*), kenaf (*Hibiscus cannabinus*), garlic (*Allium scorodoprasum* var. *viviparum*), sweet pepper, potato, flax, and soil.

TRAG 5 : This group contained only 3 isolates, to which one was isolated from soybean root, and another two isolates were from soil.

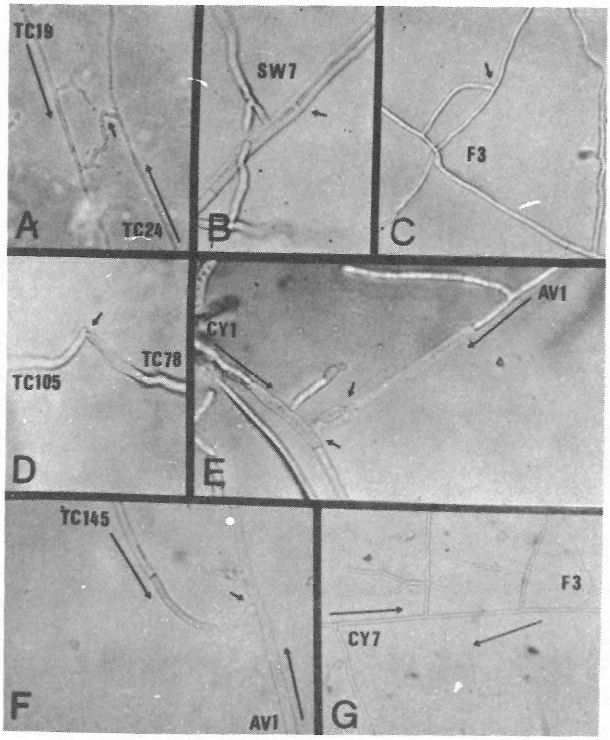


Fig. 2. Various kinds of hyphal anastomosis of *Rhizoctonia solani*. A. Perfect fusion between two isolates (TC 19 and TC 24) from the same anastomosis group. B. & C. Perfect fusion between hyphae of the same isolate. D. & E. Imperfect fusion between isolates (TC 78 and TC 105, CY 1 and AV 1) of the same anastomosis group. F. Contact fusion between isolates (TC 145 and AV 1) of the same anastomosis group. G. No hyphal fusion between isolates (CY 7 and F3) of different anastomosis groups.

Thirteen of the 264 isolates could not be assigned to any of the five anastomosis groups. These isolates included those from rice, potato, sweet potato, asparagus, and *Cymbidium* sp.

Comparison of anastomosis groups in Taiwan with groups reported in Japan and other countries. Ogoshi [5,6,7,8] reported five anastomosis groups in Japan. Eighteen isolates of these five anastomosis groups were kindly supplied to the authors from Dr. Ogoshi in 1975. Anastomosis were observed between these 18 isolates and the representative isolates of Taiwan. The results indicated that groups from both countries were comparable (Table 3). In the another words, AG-1, AG-2, AG-3, AG-4, and AG-5 of Japan were identical with TRAG 1, TRAG 2, TRAG 3, TRAG 4. and TRAG 5 of Taiwan. Ogoshi [7] divided AG-2 into two types by the frequency of anastomosis. However, it

Table 1. Source and origin of tested isolates of *Rhizoctonia solani*.

Isolate	Host	Plant part	Locality	Date	Collector*
TRAG 1					
TC 1	*Arachis hypogaea*	Stem	Chia-i	Jun 1967	Y. H. Han
TC 5	*Arachis hypogaea*	Stem	Chia-i	Jun 1967	Y. H. Han
TC 18	*Arachis hypogaea*	Leaf	Chia-i	Jun 1967	Y. H. Han
TC 22	*Glycine max*	Stem	Ping-tung	Sep 1967	Y. H. Han

Table 1. (Continued)

Isolate	Host	Plant part	Locality	Date	Collector[a]
TC 26	*Glycine max*	Stem	Ping-tung	Sep 1967	Y. H. Han
TC 27	*Glycine max*	Stem	Ping-tung	Sep 1967	Y. H. Han
TC 28	*Glycine max*	Leaf	Ping-tung	Sep 1967	Y. H. Han
TC 30	*Glycine max*	Leaf	Ping-tung	Sep 1967	Y. H. Han
TC 32	*Glycine max*	Root	Ping-tung	Sep 1967	Y. H. Han
TC 35	*Glycine max*	Leaf	Ping-tung	Sep 1967	Y. H. Han
TC 36	*Oryza sativa*	Sheath	Tai-chung	May 1967	Y. H. Han
TC 37	*Oryza sativa*	Sheath	Tai-chung	May 1967	Y. H. Han
TC 38	*Oryza sativa*	Sheath	Tai-chung	May 1967	Y. H. Han
TC 40	*Oryza sativa*	Sheath	Tai-chung	May 1967	Y. H. Han
TC 41	*Oryza sativa*	Sheath	Tai-chung	May 1967	Y. H. Han
TC 42	*Oryza sativa*	Sheath	Tai-chung	May 1967	Y. H. Han
TC 43	*Oryza sativa*	Leaf	Tai-chung	May 1967	Y. H. Han
TC 44	*Oryza sativa*	Sheath	How-lii	May 1967	Y. H. Han
TC 45	*Oryza sativa*	Leaf	How-lii	Jul 1967	Y. H. Han
TC 47	*Oryza sativa*	Sheath	Ta-chia	May 1967	Y. H. Han
TC 49	*Oryza sativa*	Sheath	Sha-luh	May 1967	Y. H. Han
TC 50	*Oryza sativa*	Leaf	Ta-chia	May 1967	Y. H. Han
TC 51	*Oryza sativa*	Leaf	Tai-chung	Jun 1967	Y. H. Han
TC 52	*Oryza sativa*	Leaf	Tai-chung	Jun 1967	Y. H. Han
TC 53	*Oryza sativa*	Sheath	Tai-chung	May 1967	Y. H. Han
TC 59	*Oryza sativa*	Sheath	Ta-juanh	Jul 1967	Y. H. Han
TC 62	*Oryza sativa*	Sheath	How-lung	Jul 1967	Y. H. Han
TC 63	*Oryza sativa*	Leaf	How-lung	Jul 1967	Y. H. Han
TC 67	*Oryza sativa*	Sheath	Miau-li	Jul 1967	Y. H. Han
TC 68	*Oryza sativa*	Sheath	Miau-li	Jul 1967	Y. H. Han
TC 69	*Oryza sativa*	Leaf	Miau-li	Jul 1967	Y. H. Han
TC 71	*Oryza sativa*	Leaf	Miau-li	Jul 1967	Y. H. Han
TC 72	*Oryza sativa*	Sheath	Miau-li	Jul 1967	Y. H. Han
TC 75	*Oryza sativa*	Sheath	Shiang-shan	Jul 1967	Y. H. Han
TC 76	*Oryza sativa*	Sheath	Hsin-chu	Jul 1967	Y. H. Han
TC 78	*Oryza sativa*	Sheath	Dood-liu	Sep 1967	Y. H. Han
TC 79	*Oryza sativa*	Sheath	Dood-liu	Sep 1967	Y. H. Han
TC 80	*Oryza sativa*	Leaf	Dood-liu	Sep 1967	Y. H. Han

Table 1. (Continued)

Isolate	Host	Plant part	Locality	Date	Collector[a]
TC 81	*Oryza sativa*	Leaf	Dood-liu	Sep 1967	Y. H. Han
TC 82	*Oryza sativa*	Sheath	Tsyh-torng	Sep 1967	Y. H. Han
TC 87	*Oryza sativa*	Sheath	Lii-goang	Sep 1967	Y. H. Han
TC 88	*Oryza sativa*	Sheath	Dood-nan	Sep 1967	Y. H. Han
TC 89	*Oryza sativa*	Sheath	Tai-dong	Sep 1967	Y. H. Han
TC 90	*Oryza sativa*	Sheath	Tai-dong	Sep 1967	Y. H. Han
TC 91	*Oryza sativa*	Sheath	Tai-dong	Sep 1967	Y. H. Han
TC 92	*Oryza sativa*	Leaf	Tai-dong	Sep 1967	Y. H. Han
TC 95	*Oryza sativa*	Leaf	Tai-dong	Sep 1967	Y. H. Han
TC 96	*Oryza sativa*	Sheath	Shin-ying	Sep 1967	Y. H. Han
TC 97	*Oryza sativa*	Sheath	Shin-ying	Sep 1967	Y. H. Han
TC 99	*Oryza sativa*	Sheath	Nan-tour	Sep 1967	Y. H. Han
TC 100	*Oryza sativa*	Sheath	Keng-kou	Sep 1967	Y. H. Han
TC 101	*Oryza sativa*	Sheath	Keng-kou	Sep 1967	Y. H. Han
TC 102	*Oryza sativa*	Sheath	Keng-kou	Sep 1967	Y. H. Han
TC 103	*Oryza sativa*	Sheath	Chye-dong	Sep 1967	Y. H. Han
TC 104	*Oryza sativa*	Sheath	Chang-chun	Sep 1967	Y. H. Han
TC 105	*Oryza sativa*	Sheath	Yang-mei	Sep 1967	Y. H. Han
TC 106	*Oryza sativa*	Sheath	Shin-juang	Sep 1967	Y. H. Han
TC 107	*Oryza sativa*	Sheath	Chang-chun	Sep 1967	Y. H. Han
TC 108	*Oryza sativa*	Sheath	Miau-li	Sep 1967	Y. H. Han
TC 109	*Oryza sativa*	Sheath	San-i	Sep 1967	Y. H. Han
TC 110	*Oryza sativa*	Sheath	San-i	Sep 1967	Y. H. Han
TC 111	*Oryza sativa*	Leaf	San-i	Sep 1967	Y. H. Han
TC 112	*Oryza sativa*	Sheath	Jiau-shi	Sep 1967	Y. H. Han
TC 113	*Oryza sativa*	Sheath	Jiau-shi	Sep 1967	Y. H. Han
TC 115	*Oryza sativa*	Sheath	Yi-lan	Sep 1967	Y. H. Han
TC 116	*Oryza sativa*	Sheath	Low-dong	Sep 1967	Y. H. Han
TC 117	*Oryza sativa*	Sheath	Yi-lan	Sep 1967	Y. H. Han
TC 118	*Oryza sativa*	Sheath	Yi-lan	Sep 1967	Y. H. Han
TC 119	*Oryza sativa*	Leaf	Yi-lan	Sep 1967	Y. H. Han
TC 120	*Graminaceae*	Sheath	Yi-lan	Sep 1967	Y. H. Han
TC 121	*Graminaceae*	Sheath	Chung-lun	Sep 1967	Y. H. Han
TC 123	*Oryza sativa*	Sheath	Erh-cheng	Sep 1967	Y. H. Han

Table 1. (Continued)

Isolate	Host	Plant part	Locality	Date	Collector[a]
TC 125	*Oryza sativa*	Sheath	Long-tyan	Sep 1967	Y. H. Han
TC 126	*Oryza sativa*	Sheath	Tou-cheng	Sep 1967	Y. H. Han
TC 128	*Oryza sativa*	Sheath	Ta-lii	Sep 1967	Y. H. Han
TC 130	*Oryza sativa*	Sheath	Yi-lan	Sep 1967	Y. H. Han
TC 132	*Oryza sativa*	Sheath	Yi-lan	Sep 1967	Y. H. Han
TC 136	*Oryza sativa*	Sheath	Tai-chung	Sep 1967	Y. H. Han
TC 138	*Oryza sativa*	Sheath	Sha-luh	Sep 1967	Y. H. Han
TC 140	*Oryza sativa*	Sheath	Ta-chia	Jul 1967	Y. H. Han
TC 141	*Oryza sativa*	Sheath	Ta-juang	Jul 1967	Y. H. Han
TC 142	*Oryza sativa*	Sheath	How-lii	Jul 1967	Y. H. Han
TC 145	*Oryza sativa*	Sheath	Shin-chu	Jul 1967	Y. H. Han
TC 147	*Oryza sativa*	Sheath	Dood-liu	Jul 1967	Y. H. Han
TC 148	*Oryza sativa*	Sheath	Kao-hsiung	Jul 1967	Y. H. Han
TC 150	*Oryza sativa*	Sheath	Ping-tung	Jul 1967	Y. H. Han
TC 151	*Oryza sativa*	Sheath	Ching-choei	Jul 1967	Y. H. Han
TC 155	*Oryza sativa*	Sheath	San-i	Jul 1967	Y. H. Han
TC 156	*Oryza sativa*	Sheath	Shin-chu	Jul 1967	Y. H. Han
TC 157	*Oryza sativa*	Sheath	Wai-macao	Jul 1967	Y. H. Han
TC 158	*Oryza sativa*	Sheath	Yi-lan	Jul 1967	Y. H. Han
TC 159	*Oryza sativa*	Sheath	Yi-lan	Jul 1967	Y. H. Han
TC 161	*Oryza sativa*	Sheath	Dan-feng	Jul 1967	Y. H. Han
TC 162	*Oryza sativa*	Sheath	Jiau-shi	Jul 1967	Y. H. Han
CY 1	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 4	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 5	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 6	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 7	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 8	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 9	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 10	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 11	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 12	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 13	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 14	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H, Tsai

Table 1. (Continued)

Isolate	Host	Plant part	Locality	Date	Collector[a]
CY 15	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 16	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 17	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 18	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 19	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 20	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 21	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 22	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 23	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 24	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 25	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 26	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 27	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 28	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 30	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 31	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 32	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 33	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 34	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 35	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 36	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 37	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 38	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 40	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 41	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 42	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 43	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 44	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 45	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 46	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 47	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 49	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 50	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 51	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai

Table 1. (Continued)

Isolate	Host	Plant part	Locality	Date	Collector[a]
CY 52	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 53	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 54	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 55	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 56	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 58	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 59	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 60	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 61	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 62	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 63	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 64	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 65	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 67	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 68	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 69	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 70	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 71	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 72	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 73	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 74	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 75	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 76	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 77	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 78	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 80	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 82	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
CY 83	*Oryza sativa*	Sheath	—	—	W. H. Tsai
R 1	*Sorghum vulgare*	Sheath	Tai-chung	—	
R 2	*Sorghum vulgare*	Sheath	Tai-chung	—	
R 3	*Sorghum vulgare*	Sheath	Tai-chung	—	
AV 1	*Vigna radiata*	Leaf	Jang-huah	1975	Y. D. Yang
AV 2	*Vigna radiata*	Leaf	Jang-huah	1975	Y. D. Yang
AV 3	*Vigna radiata*	Leaf	Jang-huah	1975	Y. D. Yang

Table 1. (Continud)

Isolate		Host	Plant part	Locality	Date		Collector[a]
R I	1	*Oryza sativa*	Sheath	Ping-tung	Jun	1975	C. C. Tu
R I	2	*Oryza sativa*	Sheath	Tai-pei	Oct	1975	C. C. Tu
F	5	*Linum usitatissimum*	Stem	Jang-huah	Jan	1977	Y. C. Chang
F	6	*Linum usitatissimum*	Stem	Jang-huah	Jan	1977	Y. C. Chang
F	7	*Linum usitatissimum*	Stem	Jang-huah	Jan	1977	Y. C. Chang
S	1	*Solanum tuberosum*	Tuber	—	—		S. M. Chan
S	53	*Solanum tuberosum*	Tuber	Feng-yuan	Dec	1976	Y. C. Chang
S	59	*Solanum tuberosum*	Tuber	Feng-yuan	Dec	1976	Y. C. Chang
S	60	*Solanum tuberosum*	Tuber	Feng-yuan	Dec	1976	Y. C. Chang
S	110	*Solanum tuberosum*	Tuber	Feng-yuan	Dec	1976	Y. C. Chang
S O	4	Soil		Tai-nan	Sep	1974	C. C. Tu,
TRAG 2							
S W	1	*Capsicum frulescens*	Stem	Nan-jou	Dec	1976	Y. C. Chang
S W	10	*Capsicum frulescens*	Stem	Nan-jou	Dec	1977	Y. C. Chang
F	2	*Linum usitatissimum*	Stem	Tsao-tun	Dec	1976	Y. C. Chang
F	3	*Linum usitatissimum*	Stem	Tsao-tun	Dec	1976	Y. C. Chang
F	4	*Linum usitatissimum*	Stem	Tsao-tun	Dec	1976	Y. C. Chang
S	9	*Solanum tuberosum*	Tuber	How-lii	Dec	1976	Y. C. Chang
S	17	*Solanum tuberosum*	Stem	Feng-yuan	Jan	1977	Y. C. Chang
S	19	*Solanum tuberosum*	Stem	Feng-yuan	Jan	1977	Y. C. Chang
S	20	*Solanum tuberosum*	Stem	Feng-yuan	Jan	1977	Y. C. Chang
S	106	*Solanum tuberosum*	Tuber	How-lii	Jan	1977	H. K. Hsu
S	142	*Solanum tuberosum*	Tuber	How-lii	Jan	1977	H. K. Hsu
T U	1	*Tulipa gesneriana*	Stem	Tai-nan	Feb	1969	C. C. Tu
R A	1	*Raphanus sativus*	Bulb root	Tai-nan	Dec	1971	C. C. Tu
MA	1	*Juncus effusus*	Stem	Chia-i	Jul	1975	C. C. Tu
S O	1	Soil		Tai-chung	Dec	1974	C. C. Tu
S O	6	Soil		Lin-bian	Aug	1976	C. C. Tu
S O	7	Soil		Shin-chu	Dec	1976	C. C. Tu
TRAG 3							
S		*Solanum tuberosum*	Tuber	—	—		S. M. Chen
S	3	*Solanum tuberosum*	Tuber	Feng-yuan	Jan	1976	H. K. Hsu
S	101	*Solanum tuberosum*	Tuber	Feng-yuan	Feb	1977	C. C. Tu
S	102	*Solanum tuberosum*	Tuber	Feng-yuan	Jan	1977	C. C. Tu

Table 1. (Continued)

Isolate		Host	Plant part	Locality	Date		Collector[a]
S	103	*Solanum tuberosum*	Tuber	Feng-yuan	Jan	1977	C. C. Tu
S	124	*Solanum tuberosum*	Tuber	Feng-yuan	Feb	1977	H. K. Hsu
S	129	*Solanum tuberosum*	Tuber	Feng-yuan	Feb	1977	H. K. Hsu
S	134	*Solanum tuberosum*	Tuber	How-lii	Feb	1977	H. K. Hsu
S	138	*Solanum tuberosum*	Tuber	How-lii	Feb	1977	H. K. Hsu
TRAG 4							
C	1	*Chrysanthemum cinerariifoliun*	Stem	Tyan-wei	Sep	1975	S. P Y. Hsieh
J	1	*Corchorus capsularis*	Stem	Guei-jen	Apr	1974	C. C. Tu
W	1	*Citrullus vulgaris*	Stem	Tai-nan	Oct	1975	C. C. Tu
W	2	*Citrullus vulgaris*	Stem	Tai-chung	Sep	1975	J. W. Hwang
TC	6	*Hibiscus cannabinus*	Stem	Tai-chung	May	1974	C. C. Tu
SW	4	*Capsicum frulescens*	Stem	Nan-tour	Jun	1976	K. F. Chang
SW	5	*Capsicum frulescens*	Stem	Nan-tour	Jun	1976	K. F. Chang
SW	6	*Capsicum frulescens*	Stem	Nan-tour	Jun	1976	K. F. Chang
SW	7	*Capsicum frulescens*	Stem	Nan-tour	Jun	1976	K. F. Chang
S	6	*Solanum tuberosum*	Stem	How-lii	Dec	1976	Y. C. Chang
S	7	*Solanum tuberosum*	Stem	How-lii	Dec	1976	Y. C. Chang
S	8	*Solanum tuberosum*	Stem	How-lii	Dec	1976	Y. C. Chang
S	10	*Solanum tuberosum*	Stem	How-lii	Dec	1976	Y. C. Chang
S	11	*Solanum tuberosum*	Stem	How-lii	Dec	1976	Y. C. Chang
S	13	*Solanum tuberosum*	Stem	How-lii	Dec	1976	Y. C. Chang
S	31	*Solanum tuberosum*	Stem	How-lii	Feb	1976	Y. C. Chang
S	32	*Solanum tuberosum*	Stem	How-lii	Feb	1976	Y. C. Chang
S	35	*Solanum tuberosum*	Stem	How-lii	Feb	1976	Y. C. Chang
S	36	*Solanum tuberosum*	Stem	How-lii	Feb	1976	Y. C. Chang
S	37	*Solanum tuberosum*	Tuber	How-lii	Feb	1976	Y. C. Chang
S	38	*Solanum tuberosum*	Stem	How-lii	Feb	1976	Y. C. Chang
S	41	*Solanum tuberosum*	Tuber	How-lii	Feb	1976	Y. C. Chang
G	1	*Allium scorodoprasum* var. *viviparum*	Root	Tai-pei	Apr	1976	Y. C. Chang
S	42	*Solanum tuberosum*	Stem	How-lii	Feb	1977	Y. C. Chang
S	44	*Solanum tuberosum*	Stem	How-lii	Feb	1977	Y. C. Chang
S	107	*Solanum tuberosum*	Stem	Feng-yuan	Jan	1977	H. K. Hsu

Table 1. (Continud)

Isolate	Host	Plnt part	Locality	Date	Collector[a]
S 108	*Solanum tuberosum*	Stem	Feng-yuan	Jan 1977	H. K. Hsu
S 109	*Solanum tuberosum*	Stem	Feng-yuan	Jan 1977	H. K. Hsu
S 110	*Solanum tuberosum*	Stem	Feng-yuan	Jan 1977	H. K. Hsu
S 113	*Solanum tuberosum*	Stem	Feng-yuan	Feb 1977	H. K. Hsu
S 116	*Solanum tuberosum*	Stem	Feng-yuan	Feb 1977	H. K. Hsu
S 118	*Solanum tuberosum*	Stem	Feng-yuan	Feb 1977	H. K. Hsu
S 119	*Solanum tuberosum*	Tuber	Feng-yuan	Feb 1977	H. K. Hsu
S 120	*Solanum tuberosum*	Tuber	Feng-yuan	Feb 1977	H. K. Hsu
S 122	*Solanum tuberosum*	Tuber	Feng-yuan	Feb 1977	H. K. Hsu
F 8	*Linum usitatissimum*	Stem	Jang-huah	Feb 1977	C. C. Tu
SO 2	Soil		Tai-pei	Feb 1975	C. C. Tu
SO 8	Soil		Kao-hsiung	Dec 1976	C. C. Tu
TRAG 5					
SB 1	*Glycine max*	Root	Ping-tung	Nov 1976	C. C. Tu
SO 3	Soil		Tai-pei	May 1976	C. C. Tu
SO 5	Soil		Tai-pei	Sep 1976	C. C. Tu
Not Grouped					
TC 48	*Oryza sativa*	Sheath	Sha-luh	Jun 1967	Y. H. Han
TC 85	*Oryza sativa*	Sheath	Choei-shang	Sep 1967	Y. H. Han
TC 94	*Oryza sativa*	Sheath	Fu-lii	Sep 1967	Y. H. Han
TC 131	*Oryza sativa*	Sheath	Yi-lan	Sep 1967	Y. H. Han
O 1	*Cymbidium* sp.	Root	Tai-chung	—	S. P. Y. Hsieh
S 25	*Solanum tuberosum*	Stem	How-lii	Jan 1977	Y. C. Chang
SW 2	*Capsicum frulescens*	Stem	Nan-jou	Dec 1976	Y. C. Chang
SW 3	*Capsicum frulescens*	Stem	Nan-jou	Dec 1976	Y. C. Chang
A 1	*Asparagus officinalis*	Stem	Po-tzu	Jun 1975	K. F. Chang
A 2	*Asparagus officinalis*	Stem	Po-tzu	Jun 1975	K. F. Chang
A 3	*Asparagus officinalis*	Stem	Po-tzu	Jun 1975	K. F. Chang
A 4	*Asparagus officinalis*	Stem	Po-tzu	Jun 1975	K. F. Chang
A 5	*Asparagus officinalis*	Stem	Po-tzu	Jun 1975	K. F. Chang

a. Y. H. Han, S. M. Chen, S. P. Y. Hsieh, H. K. Hsu, and J. W. Hwang (National Chung-hsing University).
W. H. Tsai (Chiayi Agricultural Experiment Station).
H. S. Lin (Taichung District Agricultural Improvement Station).
Y. D. Yang (Asian Vegetable Research and Developmpment Center).
C. C. Tu, Y. C. Chang, and K. F. Chang (Taiwan Agricultural Research Institute).

Table 2. The host plants (genus) or origins of each anastomosis group of *Rhizoctonia solani* Kühn.

Anastomosis group	Parmeter, et al (1969)	Ogoshi (1976)	Tu & Chang
TRAG 1	*Brassica* *Companula* *Ficus* *Hydrangea* *Lespedeza* *Oryza* *Phaseolus* *Pinus*	*Acacia* *Beta* *Brassica* *Chrysanthemum* *Glycine* *Hydrosme* *Hyoscyamus* *Ipomaea* *Oryza* *Phaseolus* *Raphanus* *Rhynchosia* *Solanum* *Triticum* soil	*Arachis* (Leguminosae) *Glycine* (Leguminosae) *Linum* (Linaceae) *Oryza* (Graminaceae) *Solanum* (Solanaceae) *Sorghum* (Graminaceae) *Vigna* (Leguminosae) soil
TRAG 2	*Beta* *Brassica* *Lycopersicum* *Melilotus* *Phaseolus* *soil*	*Beta* *Brassica* *Conioselinum* *Daucu* *Fragaria* *Hordeums* *Linum* *Oryza* *Raphanus* *Scirpus* *Sorghum* *Tulipa* *soil*	*Capsicum* (Solanaceae) *Juncus* (Juncaceae) *Linum* (Linaceae) *Raphanus* (*Cruciferae*) *Solanum* (Solanaceae) *Tulipa* (Liliaceae) soil
TRAG 3	*Phaseolus* *Solanum* soil	*Solanum*	*Solanum* (Solanaceae)

Table 2. (Continued)

Anastomosis group	Parmeter, et al (1969)	Ogoshi (1976)	Tu & Chang
TRAG 4	*Anomas*	*Arachis*	*Allium* (Lilicaceae)
	Beta	*Beta*	*Capsicum* (Solanaceae)
	Cedrus	*Brassica*	*Chrysanthemum* (Compositae)
	Citrus	*Capsicum*	*Citrullus* (Cucurbitaceae)
	Gossypium	*Chrysanthemum*	*Corchorus* (Tiliaceae)
	Gramineae	*Glycine*	*Hibiscus* (Malvaceae)
	Medicago	*Hydrosme*	*Linum* (Linaceae)
	Phaseolus	*Linum*	*Solanum* (Solanaceae)
	Pinus	*Phaseolus*	soil
		Raphanus	
		Spinacia	
		Solanum	
		Trifolium	
		Vigna	
		soil	
TRAG 5		*Arctium*	*Glycine* (Leguminosae)
		Asparagus	soil
		Beta	
		Brassica	
		Glycine	
		Linum	
		Solanum	
		soil	

was true that some isolates of TRAG 2 did only anastomose with isolates of AG-2 Type 1, and some isolates did only anastomose with Type 2, but we also found that some isolates did anastomose with both types (Table 3). Thus, it was considered that further division of TRAG 2 into two types was improper at the present time in Taiwan.

Ogoshi[7] compared his five anastomosis groups with 12 representative isolates of four anastomosis groups of Parmeter, et al[9]. He[7] concluded that AG-1, AG-2, AG-3, and AG-4 of Parmeter, et al were identical with AG-1, AG-2, AG-3, and AG-4 of Japan. After a careful review of literature, we agreed with Ogoshi[7] that AG-1, AG-2, AG-3, and AG-4 of Japan corresponded with I, II, III, and IV of Schultz[12],

Table 3. Anastomosis between TRAG 1–TRAG 5 in Taiwan and AG-1–AG-5 of Ogoshi.

Ogoshi / Tu & Chang	AG-1			AG-2 Type 1			AG-2 Type 2			AG-3			AG-4			AG-5		
	R1-2-1	R1-2-2	A-10	No. 6	CC 519-18	R-21	No. 64	R1-2-6	C-112	P-5	P-9	P-11	R1-2-5	F-14	OH 1010-30	GM-13	KF 722-20	AL-1
TRAG 1																		
SO-4	++	++	++															
RI -1	++	++	++															
RI -2	++	++	++															
CY-7	++	++	++															
TC-132	++	++	++															
TRAG 2																		
SO -6				++	++	++	–	–	–									
SO -7				–	–	–	++	++	++									
MR-1				–	–	–	++	++	++									
S -9				–	++	++	++	++	++									
F -2				+	++	+	++	+	+									
TRAG 3																		
S-101										++	++	++						
S-102										++	++	++						
S-103										++	++	++						
S-2										++	++	++						
S-3										+	++	++						
TRAG 4																		
SO-8													++	++	++			
F -8													++	++	++			
SO-2													++	++	++			
C -1													++	++	++			
J -1													++	++	++			
TRAG 5																		
SB-1																++	++	++
SO-3																++	++	++
SO-5																++	++	++

– : Anastomosis was not observed.
+ : Anastomosis was observed but only 1–2 points in all microscopic field of vision.
++ : Anastomosis was observed very frequently.

Table 4. Comparison of five anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* in Taiwan with the groups in several reports.

Tu & Chang (1978)	Schultz (1936)	Richter & Schneider (1953)	Parmeter et al. (1969)	Ogoshi (1976)	Watanabe & Matsuda (1966)
TRAG 1	I (var. *hortensis*)	A	AG-1	AG-1	Sasakii type (IA) Web-blight type (IB)
TRAG 2	II (var. *brassicae*)	D (Crucifer group)	AG-2	AG-2 Type-1 AG-2 Type-2	Winter crop type (II) Rush type (IIIB) Root rot type (IV)
TRAG 3	III (var. *typica*)	E (Potato group)	AG-3	AG-3	Potato type (IV)
TRAG 4	IV (var. *cichorii endiviae*)	G	AG-4	AG-4	Praticola type (IIIA)
TRAG 5		B? *a*		AG-5	

a. not certain, a further test is needed.

A, D, F, and C of Richter & Schneider [11]. He [7] also pointed out that his AG-1, AG-2 Type 1, AG-2 Type 2, AG-3, and AG-4 corresponded with sasakii type and webblight type, winter crop type, rush type and root rot type, potato type, and praticola type of Watanabe & Matsuda [15], respectively.

Parmeter, et al [9] did not find the fifth group as AG-5 by Ogoshi [7] and TRAG 5 by the authors. Ogoshi [7] postulated that his AG-5 perhaps corresponded with B group of Richter & Schneider [11]. Since Ogoshi [7] did not make anastomosis test between these two groups of fungi, this test should be done in future to confirm this postulation. A comparison of five anastomosis groups of *R. solani* in Taiwan with the groups reported in literature was shown in Table 4.

Discussion

It is clear that anastomosis behaviour of *R. solani* is genetically controlled [7,9]. Anastomosis occurs only among isolates of the same group, and not among isolates from different groups. Tu, et al [14] also reported that anastomosis character of an isolate could not be altered with the changes of culture medium, growth temperature, and any other environmental conditions. This fact implies that each anastomosis group is genetically independent.

Many workers, including Schultz [12], Richter & Schneider [11], Parmeter, et al [9], and Ogoshi [5], were unable to place some isolates into any of their groups. The authors also met the same problem. The reason for the failure to assign some isoltes into presently known anastomosis groups has been discussed by Parmeter, et al [9]. However, this failure does not reduce the importance and significance of anastomosis groups of *R. solani*. As pointed out by Ogoshi [7], each anastomosis group has its specific morphological feature and they are easily distinguishable. Parmeter, et al [9] reported that each anastomosis group has its general tendencies on host range and pathogenicity. Schultz [12], Richter & Schneider [11], and Watanabe & Matsuda [15] also have the similar reports.

Anastomosis has also been used as a tool to identify fungal species by mycologists [4]. Some research workers considered that each anastomosis group belonged to a seperate and distinct species. The authors agreed with Ogoshi [7] that this idea seemed not to be appropriate from the standpoint of plant pathology, because there are many examples that more than two anastomosis groups of *R. solani* caused a disease of one host plant. Thus, it was unreasonable to attribute one disease to several different species of pathogen. Nevertheless, we emphasized that all of the diseases already described should be re-assessed and the anastomosis groups of their causal fungus must be identified.

The isolates of *R. solani* in Taiwan were presently classified into five anastomosis groups, namely TRAG 1, TRAG 2; TRAG 3, TRAG 4, and TRAG 5. As indicated in this report and the evidence in the literature, these groups corresponded with AG-1, AG-2, AG-3, AG-4, and AG-5 of Ogoshi [5,6,7,8]. The former four groups also corresponded with AG-1, AG-2, AG-3, and AG-4 of Parmeter, et al [9], I, II, III, and IV of Schultz [12], and A, D, F, and C of Richter & Schneider [10]. Ogoshi [7] further divided his AG-2

into two types. The authors were unable to do so because intermediate isolates of these two types were discovered in Taiwan.

Since there were still some isolates unable to assign into any presently known anastomosis group, the anastomosis groups of *R. solani* in Taiwan described herein were therefore considered tentative. More isolates from different host plants, localities, and seasons are needed for the future studies.

Literature Cited

1. Exner, B. 1953. Comparative studies of four *Rhizoctonia* in Louisiana. Mycologia 45 : 698—718.
2. Flentje, N. T., H. M. Stretton and A. R. McKenzie. 1970. Mechanisms of variation in *Rhizoctonia solani*. : 52-65. *In* Parmeter, J. R. Jr. (ed.) *Rhizoctonia solani*, biology and pathology. Univ. Claif. Press. Berkeley, Los Angeles & London.
3. Houston, B. R. 1945. Culture types and pathogenicity of isolates of *Corticium solani*. Phytopathology 35 : 371-393.
4. Langeron, M. and R. Vanbreuseghem. 1952. Precis de mycologie. Masson et Cie. Paris.
5. Ogoshi, A. 1972. Grouping of *Rhizoctonia solani* Kühn with hyphal anastomosis. Ann. Phytopath. Soc. Japan 38 : 117-122.
6. Ogoshi, A. 1975a. Grouping of *Rhizoctonia solani* Kühn and their perfect stages. Rev. Plant Protec. Res. 8 : 93-103.
7. Ogoshi, A. 1975b. Studies on the anastomosis groups of *Rhizoctonia solani*. Kühn. Japan Agr. Res. Quart. 9 : 198-203.
8. Ogoshi, A. 1976. Studies on the grouping of *Rhizoctonia solani* Kühn with hyphal anastomosis and on the perfect stages of groups. Bul. Nat. Ins. Agr. Sci. Series C. 30 : 1-63.
9. Parmeter, J. R. Jr., R. T. Sherwood and W. D. Platt. 1969. Anastomosis grouping among isolatse of *Thanatephorus cucumeris*. Phytopathology 59 : 1270-1278.
10. Parmeter, J. R. Jr. and H. S. Whitney. 1970. Taxonomy and nomenclature of the imperfect state. : 7—9. *In* Parmeter, J. R. Jr. (ed.) *Rhizoctonia solani*, biology and pathology. Univ. Calif. Press. Berkeley, Los Angeles & London.
11. Richter, H. and R. Schneider. 1953. Untersochungen zur morphologischen und biologischen differenzierung von *Rhizoctonia solani* K. Phytopath. Z. 20 : 165—226.
12. Schultz, H. 1936. Vergleicnehde untersuchungen zur oekologie, morphologie, und systematic der "Vermehrungspilzes". Arb. Bio. Reichsanst. für landund Forstwirtsch. (Berlin) 22 : 1-41.
13. Takahasi, K. and Y. Matsuura. 1954. Studies on the plant diseases caused by *Rhizoctonia solani* Kühn. V. On the taxonomic studies of *Rhizoctonia solani* Kühn. Sci. Rept. Faculty Agr. Ibaraki Univ. Japan 2 : 9-18.
14. Tu, C. C., D. A. Roberts and J. W. Kimbrough. 1969. Hyphal fusion, nuclear condition, and perfect stages of three species of *Rhizoctonia*. Mycologia 61 : 775-783.
15. Watanabe, B. and A. Matsuda. 1966. Studies on the grouping of *Rhizoctonia solani* Kühn pathogenic to upland crops. Designated Experiment (Plant diseases and Insect pests) No. 7, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council and Ibaraki Agr. Exp. Sta.

臺灣 *Rhizoctonia solani* Kühn 菌絲融合羣之研究[1]

杜 金 池　張 義 璋[2]

摘 要

Rhizoctonia solani Kühn 菌絲融合 (Anastomosis) 之方式有三：（1）菌絲尖端對菌絲尖端、（2）菌絲尖端對側生小枝 (Telemorphic branch) 及（3）側生小枝對側生小枝等。依融合程度又可分成三種不同結果：（1）完全融合 (Perfect fusion)。（2）不完全融合 (Imperfect fusion) 及（3）接觸融合 (Contact fusion) 等。菌絲完全融合之進行過程先由兩菌絲在相距 7—15μm 處，因相互間或其中一方之吸引而迅速接近，並在40～60分鐘內完成菌絲接觸、細胞壁融合及細胞質融合交流等步驟。完全融合後細胞不會死亡。不完全融合則在細胞質融合後，該細胞或其鄰近細胞會迅速地死亡。接觸融合則只進行到菌絲接觸，並不進行細胞壁及細胞質融合，菌絲亦停止生長。雖很多菌絲在融合前有誘引現象，但亦有許多菌絲並無互相誘引之跡象，菌絲融合完全憑相對菌絲之相遇機率行之。

基於同一菌羣中之兩菌株會發生完全融合、不完全融合、或接觸融合，而不同菌羣之兩菌株間則不發生融合之原理，本省採集之 264 *R. solani* 菌株中，有251菌株可歸類成 TRAG 1、TRAG 2、TRAG 3、TRAG 4 及 TRAG 5 等5個菌絲融合羣。另13菌株因互不產生融合，而尙未歸羣。各菌絲融合羣可寄生於不同作物上，而同一作物亦可受不同菌羣寄生。TRAG 1 之寄主植物有花生屬 (*Arachis* sp.)、黃大豆屬 (*Glycine* sp.)、亞麻屬 (*Linum* sp.)、稻屬 (*Oryza* sp.)、茄屬 (*Solanum* sp.)、蜀黍屬 (*Sorghum* sp.) 及豇豆屬 (*Vigna* sp.) 等7屬；TRAG 2 之寄主有番椒屬 (*Capsicum* sp.)、燈心草屬 (*Juncus* sp.)、亞麻屬 (*Linum* sp.)、萊菔屬 (*Raphanus* sp.)、茄屬 (*Solanum* sp.) 及鬱金香屬 (*Tulipa* sp.) 等6屬；TRAG 3 則只在茄屬 (*Solanum* sp.) 發現；TRAG 4 之寄主範圍爲青葱屬 (*Allium* sp.)、番椒屬 (*Capsicum* sp.)、菊屬 (*Chrysanthemum* sp.)、西瓜屬 (*Citrullus* sp.)、黃麻屬 (*Corchorus* sp.)、木槿屬 (*Hibiscus* sp.)、亞麻屬 (*Linum* sp.) 及茄屬 (*Solanum* sp.) 等8屬；TRAG 5 目前只在黃大豆屬 (*Glycine* sp.) 分離到。

以臺灣 *R. solani* 5個菌絲融合羣之代表菌株與分讓自日本 Ogoshi 之5個菌絲融合羣代表菌株進行菌絲融合比較試驗。結果證明臺灣之 TRAG 1, TRAG 2, TRAG 3, TRAG 4 及 TRAG 5 依序相當於 Ogoshi (1975) 之 AG-1, AG-2, AG-3, AG-4 及 AG-5。因 Ogoshi (1975) 曾用 Parmeter, et al (1969) 發表之代表菌株進行菌絲融合比較，因此類推前面4羣與 Parmeter, et al (1969) 之 AG-1, AG-2, AG-3 及 AG-4, Schultz (1936) 之Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ及Ⅳ，以及 Richter 和 Schneider (1953) 之 A. D. F 及 C 菌絲融合羣相當。Ogoshi (1965b) 並指出AG-1, AG-2 type 1, AG-2 type 2, AG-3 及 AG-4 依序相當於 Watanabe 和 Matsuda 之 Sasakii type 和 Web-blight type, Winter crop type, Rush type 和 Root rot type, Potato type 及 Praticola type 等。雖然日本 Ogoshi (1965b) 將 AG-2 分成 type 1 及 type 2 兩型，但因爲本省有中間型菌株，故再分型似有商榷之必要。TRAG 5 (AG 5) 只在日本及臺灣發現，而且 Ogoshi (1975b) 推測與 Richter 和 Schneider (1956) 之 B 羣相當，但因尙未進行菌絲融合試驗，難能眞切確定。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 853 號.

2. 本所植物病理系技正兼主任，技士。

Jour. Agric. Res. China 27(4) : 345~354 (1978) .

The *Greenidea* aphids of Taiwan (Homoptera : Aphididae) [1]

Huey-tarng Liao [2]

Abstract : Twelve species belonging to genus *Greenidea* Scht. are reported in this paper and one new subgenus *Metagreenidea* is erected. There are *Greenidea (Paragreenidea) viticola* Tak., *G. (Trichosiphum) formosana* (Maki), *G. (T.) kuwanai* (Perg.), *G. (T.) myricae* Tak., *G. (T.) nigra* (Maki), *G. (Metagreenidea) brideliae* Tak., *G. (M.) quercifoliae* Tak., *G. (M.) schimae* Tak., *G.* (s. s.) *decaspermi* Tak., *G.* (s. s.) *ficicola* Tak., *G.* (s. s.) *mangiferae* Tak. and *G.* (s. s.) *mushana* Tak.

Genus *Greenidea* was erected by Schouteden in 1905. He characterized the genus according to its body and siphunculus with strong setae, and the shape of siphunculus and cauda. P. van der Goot (1917) and R. Takahashi (1929, 1931) gave a more specific definition to the genus, they defined the genus for species with a conical processus on the apex of cauda. D. N. Raychaudhuri (1956) also studied the genus in more detail and he found subgenus *Paragreenidea* besides the subgenus *Trichosiphum* which was erected by Pergande. However D. N. Raychaudhuri, M. R. Ghosh, M. Banerjee and A. K. Ghosh erected another subgenus *Neogreenidea* in 1973.

In this paper, I study the Taiwan *Greenidea* and found the body of nymphs of *G. quercifoliae* and *G. schimae* are all scarcely sclerotized except their abdominal dorsum, they are distinctively different from the other species of *Greenidea.* Consequently, I would like to erect the subgenus *Metagreenidea* for classifying these species.

Up to date, 12 species of *Greenidea* have been recorded in Taiwan. They are redescribed by Raychaudhuri (1956) except *G. mushana* which was only briefly recorded in the original description of Takahashi (1925). So *G. mushana* is redescribed in this paper but only main charaters are given for the other 11 species. The name *psidii* van der Goot recorded in Aphid Fauna of China (1962) should be corrected as *formosana* Maki.

All material used in this study are from the collection of Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), they were all mounted in slides. For convenience, some symbols are used in this paper, "W" stands for alate viviparous female, "A" and "N" for apter-

1. Contribution No. 854 from Taiwan Agricultural Research Institute. Financially supported by National Science Council. I wish to express my cordial thanks to Miss S. C. Chiu, head of Department of Applied Zoology, TARI, Mr. K. S. Lin, entomologist of Applied Zoology, TARI, and Mr. C. C. Tao for their kindness on revising and criticizing the manuscript.
2. Research Assistant of the Department of Applied Zoology, TARI.

ous viviparous female and nymph, respectively. All measurement of specimens are in mm.

Genus **Greenidea** Schout., 1905

Greenidea Schouteden, 1905. Spolia Zeylan. 2 (8) : 181. Type: *Siphonophora artocarpi* Westwood, 1890, Trans. Ent. Soc. Lond., 4 : 649.

Trichosiphum Pergande, 1906. Ent. News Philad. 17 : 207. Type : *Trichosiphum anonae* Pergande, 1906. Ibid.

Key to the subgenus of *Greenidea* in Taiwan

1. Hind tibiae in aptera and alata with hardly developed stridulatory ridges, antennal setae on all sides of 3rd antennal joint long, fine, wavy and similar in length ; nymph with scattered sclerites on dorsad. .... *Paragreenidea*
   All tibiae either smooth or normally imbricated, antennal setae stiff, those on the inner side of 3rd joint are longer, thicker and more numerous than those on the outer side 3
2. Nymphs of alata and aptera with siphunculus and dorsum scarcely sclerotized, without sclerites on abdomen dorsally .... *Metagreenidea* nova
   Nymphs of alata and aptera with siphinculus and dorsum sclerotized, with many scattered sclerites on abdomen dorsally 4
3. Siphunculus in aptera with spinules situated almost all over of its length, reticulations occur at its very base and some faint striae may present on the rest part .... *Trichosiphum*
   Siphunculus in aptera almost entirely reticulated except the apex where is densely spinulose, some scattered spinules may present on the lines of reticulation .... *Greenidea* (s. s.)

Subgenus **Paragreenidea** Raychaudhuri

Paragreenidea Raychaudhuri, 1956. Zool. verh. 31 : 61. Type : *Greenidea viticola* Takahashi, 1929. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 19 (100) : 93.

1. **Greenidea (Paragreenidea) viticola** Takahashi, 1929 (Fig. 1 C)
   Greenidea viticola Takahashi, 1929, Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 19 (100) : 98.
   Greenidea (Paragreenidea) viticola : Raychaudhuri, 1956. Zool. verh. 31 : 61.

Tibiae of aptera and alata with transversal ridges ; antennal setae on all sides of 3rd antennal joint long, fine, wavy and all about same length ; siphunculus of aptera dark brown, paler toward apex, almost cylindrical, curved outwards, with strong reticulation present over entire length except apical portion where spinules present in transversal rows.

Measurements : "A"—body length : 2.93—2.98 ; antennal segments : I, II, III, IV, V, VI=0.13—0.14, 0.10—0.13, 0.98—1.02, 0.38—0.45, 0.37—0.43, 0.32—0.33+0.59—0.61 ; 4+5 rostral segment : 0.18—0.20 ; siphunculus : 1.60—1.66. "W"-body length : 3.07 ; antennal segment : I, II, III, IV, V, VI=0.12, 0.12, 1.01, 0.43, 0.44, 0.31+0.65 ; 4+5 rostral segment : 0.16—0.19 ; siphunculus : 2.12.

Host plant : *Vitis cantonensis.*

Specimens : 1 W (Takahashi's type) , IX—1928, Suishe (=Suisha), R. Takahsahi ; 2 W, 7 A, 13 N, Suishe, 2—X—1929, R. Takahashi.

Subgenus **Trchosiphum** Raychaudhuri

Trichosiphum Raychaudhuri, 1956. Zool. Verh. 3I : 6I. Type : *Trichosiphum anonae* Pergande, 1906. Ent. News Philad., 17 : 208.

Key to species of subgenus *Trichosiphum* (adult apterous viviparous female)

1. Dorsal setae numerous, evenly distributed, more than 30 in number on each of 2nd -6th abdominal segment. Rostral 4+5 joint longer than the base of 6th antennal joint.. 2
   Dorsal setae not more than 25 in number on each of 2nd -6th abdominal segment. Rostral 4+5 joint shorter than the base of 6th antennal joint..3
2. Antenna about 0.50-0.55 times as long as body, with 4th joint shorter than 5th joint...............*nigra*
   Antenna about 0.75 times as long as body, with 4th joint subequal to 5th joint.................*kuwanai*
3. Siphunculus about 2.5-3.0 times as long as 3rd antennal joint ....*formosana*
   Siphunculus about 1.3-1.5 times as long as 3rd antennal joint...*myricae*

2. **Greenidea (Trichosiphum) formosana** (Maki), 1916 (Fig. 1 D)

Trichosiphum formosana Maki, 1916. Call. Essays for Nawa, Gifu : 13.
Greenidea psidii van der Goot, 1917. Contrib. Faune Indes Neerl. 1(3) : 138.
Greenidea formosana : Takahashi, 1921. Agr. Exp. St. Formosa Spec. Rept. 20 : 63—68.
Greenidea eugeniae Takahashi, 1941. Ins. Mats. 15(4) : 146.

Siphunculus of aptera with strong reticulation on basal portion and with spinules present over entire length but denser on distal $\frac{1}{4}$. Secondary rhinaria on 3rd antennal joint of alata arrange not in a row.

Measurements : "A"—body length : 2.08—0.18 ; antennal segments : I, II, III, IV, V, VI=0.08—0.10, 0.06—0.07, 0.39—0.48, 0.26—0.29, 0.26—0.33, 0.23—0.25+0.53—0.60 ; rostral 4+5 segment : 0.20—0.23 ; siphunculus : 0.66—0.79. " W"—body length : 2.13—2.47 ; antennal segments : I, II, III, IV, V, VI=0.10, 0.06—0.17, 0.62, 0.29—0.30, 0.34, 0.28—0.30+0.64—0.65 ; rostral 4+5 segment : 0.26 ; siphunculus : 1.48—1.57.

Host plants : *Ficus retusa*, *Ficus wightiana* and *Ficus* sp.

Specimens : 14 A, 7 N, Taipei (=Taihoku), IV—1920, R. Takahashi ; 4 A, 1 N, Taipei, 24—I—1921, R. Takahashi ; 4 A, 4 N, Taipei, 3—VI—1922, R. Takahashi ; 6A, 14 N, Chiayi (=Kagi) 28—V—1934, R. Takahashi.

3. **Greenidea (Trichosiphum) kuwanai** (Pergande), 1906 (Fig. 1 E)

Trichosiphum kuwanai Pergande, 1906. Ent. News, Philad. 17 : 209.
Greenidea kuwanai : Takahashi, 1919. Proc. Ent. Soc. Wash. 21 (7) : 174.

Siphunculus of aptera with spinules present over entire length, and with distinctive reticulation occur at basal portion. Dorsal seta of alata and aptera numerous. Secondary rhinaria on 3rd antennal joint of alata arrange in a row.

Measurements : "A"—body length : 2.06—2.85 ; antennal segments : I, II, III, III, IV, V, VI=0.11—0.13, 0.07—0.08, 0.59—0.64, 0.21—0.25, 0.21—0.23, 0.16—0.18+0.32—0.37 ; rostral 4+5 segment : 0.23—0.24 ; siphunculus : 0.67—0.71. "W"—body length : 2.83—3.05 ; antennal segments : I, II, III, IV, V, VI=0.10—0.11, 0.07—0.08, 0.64—0.76, 0.22—0.26, 0.21—0.24, 0.17—0.20+0.31—0.33 ; rostral 4+5 segment : 0.25 ; siphunculus : 1.45—1.64.

Host plants : *Quercus glauca, Q. stenophylloides* and *Q.* sp.

Specimens : 1 W, 3A, 4N, Tung-shih (=Tosei), XI—1926, R. Takahashi ; 10 A, 8 N, Taipei(=Taihoku), 3—V—1926, R. Takahashi ; 10 A, 6 N, Taipei, 16—V—1932, R. Takahashi ; 1 W, 3A, 12N, Taipei, 24—V—1933, R. Takahashi ; 1 W, 2 A, 10N, Taipei, 12—VIII—1934, R. Takahashi ; 2 A, Lishan (=Saramao), 12—VIII—1934, R. Takahashi.

4. **Greenidea (Trichosiphum) myricae** Takahashi, 1925 (Fig. 1 F)

Greenidea myricae Takahashi, 1925. Dept. Agr. Res. Inst. Formosa, Rept. 16 : 31.

Siphunculus of aptera brown, with darker apex, with strong reticulation present on basal portion, and with spinules scatter nearly over entire length but more densely so on apicad. Secondary rhinaria on 3rd antennal joint of alata arrange in a row.

Measurements : "A"—body length : 2.54—2.68 ; antennal segments : I, II, III, IV, V, VI=0.06—0.11, 0.07—0.08, 0.52—0.54, 0.28—0.30, 0.30—0.32, 0.26—0.27+0.60—0.61 ; rostral 4+5 segment : 0.24 ; siphunculus : 0.68—0.84. "W"—body length : 2.29 ; antennal segment : I, II, III, IV, V, VI=0.10, 0.09, 0.72, 0.37, 0.35, 0.27+0.61 ; siphunculus : 1.90.

Host plant : *Myrica rubra.*

Specimens : 15 A, 4 N, Sungkang (=Tattaka), 17—V—1924, R. Takahashi.

5. **Greenidea (Trichosiphum) nigra** (Maki), 1916 (Fig. 2 A)

Trichosiphum nigrum Maki, 1916. Call. Essays for Nawa, Gifu 10.

Greenidea nigra : Takahashi, 1921. Agr. Exp. St. Formosa, Spec. Rept. 20 : 65.

Siphunculus of aptera dark brown, with spinules situated nearly over entire length but denser and forming transversal rows on apicad, without strong reticulation on basal portion. Secondary rhinaria on 3rd antennal joint of alata arrange in a row.

Measurements : "A"—body length : 2.91—3.39 ; antennal segments : I, II, III, IV, V, VI=0.13—0.14, 0.03—0.09, 0.69—0.71, 0.11—0. 13, 0.18—0.19, 0.13—0.17+0.25—0.29 ; rostral 4+5 segment : 0.39—0.41 ; siphunculus : 0.93—1.01 ; "W"—body length : 2.56 ; antennal segments : I, II, III, IV, V, VI= 0.11, 0.08, 0.69, 0.23, 0.25, 0.20+0.33 ; rostral 4+5 segment : 0.22 ; siphunculus : 1.63.

Host plants : *Lithocarpus rhombocarpa, Quercus formosana* and *Q.* sp.

Specimens : 29 N, Taoyuan (=Toyen), XII—1913, Maki ; 1 A, 1N, Suishe (=Suisha), IX—1928, R. Takahashi ; 11 A, 5 N, Suishe, 2—X—1929, R. Takahashi ; 8 A, 4 N, Yushih (=Miharashi), 22—III—1934, R. Takahashi ; 2A, Yushan (=Mt. Niitaka), 23—VII—1936, R. Takahashi ; 1 W, 4 A, 23N, Chishan (=Kizan), VII—1936, R. Takahashi.

Subgenus **Metagreenidea** nova.

Type : *Greenidea brideliae* Takahashi

Key to species of subgenus *Metagreenidea* nova (adult apterous viviparous female)

1. Base of 6th antennal joint longer than 4th antennal joint ······ *quercifoliae*
   Base of 6th antennal joint shorter than 4th antennal joint ······ 2
2. 3rd antennal joint about 6.5 times as long as 4+5 joint of rostrum ······ *schimae*
   3rd antennal joint about 3.5–4.0 times as long as 4+5 joint of rostrum ······ *brideliae*

6. Greenidea (Metagreenidea) brideliae Takahashi, 1928 (Figs. 1 B, 2 B).

Greenidea brideliae Takahashi, 1928. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 18(94) : 46.
Greenidea (s. s.) *brideliae* : Raychaudhuri, 1956. Zool. verh. 31 : 31.

Siphunculus of aptera light brown, almost cylindrical, with faint striation extending over entire length, and with spinules densely arranging in transversal rows on apical portion and sparsely scattered on rest portion.

Measurements : "A"—body length : 2.35–2.45, antennal segments : I, II, III, IV, V, VI=0.10, 0.07–0.08, 0.52–0.58, 0.25–0.28, 0.31–0.34, 0.24–0.26+0.68–0.77 ; "W"—body length : 1.72 ; antennal segments : I, II, III, IV, V, VI=0.03, 0.07, 0.45, 0.20, 0.26, 0.20+0.50 ; rostral 4+5 segment : 0.13 ; siphunculus : 1.29.

Host plant : *Bridelia mononica.*

Specimens : 9 A, 1 N, Chiayi (=Kagi), 24–IV–1928, R. Takahashi ; 1 W, 10 A, 10 N (Takahashi's type), Houli (=Kori), 2–X–1927, R. Takahashi.

7. Greenidea (Metagreenidea) quercifoliae Takahashi, 1921.

Greenidea quercifoliae Takahashi, 1921. Agr. Exp. St. Formosa, Spec. Rept., 20 : 64.
Greenidea (s. s.) *quercifoliae* : Raychaudhuri, 1956. Zool. verh. 31 : 38.

Base of 6th antennal joint of aptera longer than 4th antennal joint.

Host plant : *Quercus variabilis.*

Specimens : 13 N, Taipei (=Taihoku), 13–IV–1931, R. Takahashi.

8. Greenidea (Metagreenidea) schimae Takahashi, 1929

Greenidea schimae Takahashi, 1929. Trans. Nat. Hist. Formosa, 19 (105) : 528.
Greenidea (s. s.) *schimae* : Raychaudhuri, 1956. Zool. verh. 31 : 42.

3rd antennal joint about 6.5 times as long as 4+5 segment of rostrum.

Host plant : *Schimae* sp.

Specimens : 7 N, Suishe (=Suisha), 23–V–1929, R. Takahashi.

Subgenus **Greenidea** (s. s.)

Type : *Siphonophora artocarpi* Westwood, 1890. Trans. Ent. Sos. Amer. 43 (4) : 587

Key to species of subgenus *Greenidea* (S. S.) (adult apterous viviparous female)

1. Sternum evenly scattered with spinules ······ *decaspermi*
   Sternum spinulose marginally and anteriorly ······ 2

2. Siphunculus with strong reticulation present nearly over the entire length and with spinules arrange in transversal rows on apical portion. The base of 6th antennal joint subequal to 3rd antennal joint .... *mangiferae*

Siphunculus with strong reticulation present on the basal 6/7 and with spinules present over the entire length but denser on apical portion.. *ficicola*

Note : Up to date, no specimens of apterous viviparous female of *G. mushana* has been collected or described.

9. **Greenidea** (s. s.) **decaspermi** Takahashi ; 1933 (Figs. 1 A, 2 C)

Greenidea decaspermi Takahahsi, 1933. Philipp. J. Sci. 52 (3) : 294.

Aptera and alata with sternum evenly spinulose. Siphunculus of aptera dark brown, distinctly dilated at middle portion of inner side, somewhat curved outwards, with spinules densely arrange in transversal rows on its apical 1/3 and sparsely scatter on rest portion ;and with strong reticulation present at base, some distinctive striation occur on rest part.

Measurement : "A"—bdoy length : 1.79—2.02 ; antennal segment : I, II, IIII, V, V, VI =0.03—0.10, 0.05—0.07, 0.40—0.42, 0.22—0.25, 0.23—0.24, 0.24—0.26+0.46—0.52. "W" —body length : 2.17—2.19 ; antennal segments : I, II, III, IV, V, VI=0.11—0.14, 0.03—0.09, 0.68—0.74, 0.36—0.41, 0.35—0.41, 0.30—0.31+0.54—0.55 ; rostral 4+5 segment : 0.21 ; siphunculus : 1.66—1.95.

Host plant : *Decaspermum fruticosum.*

Specimens : 1W, 2A, 24 N (Takahashi's type), Taipei (=Taihoku), 24—IV—1933, R. Takahashi ; 2 A, 3N, Suishe (=Suisha), 11—VI—1933, R. Takahashi.

10. **Greenidea** (s. s.) **ficicola** Takahashi, 1921 (Fig. 2 D)

Greenidea ficicola Takahashi, 1921. Agr. Exp. St. Formosa, Spec. Rept. 20 : 66.

Siphunculus of aptera with srong reticulation present over entire length and with spinules scatter over entire length but more conspicuously and densely so on distal portion.

Measarement : "A"—body length : 2.07—2.14 ; antennal segments : I, II, III, IV, V, VI=0.10, 0.06—0.07, 0.42—0.50, 0.25—0.31, 0.29—0.35, 0.21—0.26+0.48—0.63 ; "W"—body length : 2.32 ; antennal segments : I, II, III, IV, V, VI=0.11, 0.08, 0.68, 0.35, 0.40, 0.30+0.65 ; rostral 4+5 segment : 0.26 ; siphunculus : 1.31.

Host plants : *Ficus obscura* and *F. retusa.*

Specimens : 2 A, Taipei (=Taihoku), 23—IV—1920, R. Takahashi ; 2 A, Taipei, III—1929, R. Takahashi ; 1 W, 3 A, 3N, no collecting data.

11. **Greenidea** (s. s.) **mangiferae** Takahashi, 1925 (Fig. 2 E)

Greenidea mangiferae Takahashi, 1925. Dept. Agr. Res. Inst. Formosa, Rept., 16 : 33.

Siphunculus of aptera light brown, darker on distal 1/3, a little dilated on inner side of middle portion, curved outwards ; with spinules densely situated in transversal rows on apical portion and sparsely scattered over rest part, and with strong reticulation extending over basal 7/8.

Measurements : "A"—body length : 2.06—2.37 ; antennal segments : I, II, III, IV,

V, VI=0.10–0.11, 0.07, 0.52–0.59, 0.30–0.35, 0.31–0.36, 0.25–0.30+0.52–0.58; rostral 4+5 segment: 0.20; siphunculus: 0.79—0.83; "W"—body length: 3.17–2.20; antennal segments: I, II, III, IV, V, VI=0.10–0.11, 0.08, 0.66–0.69, 0.38–0.39, 0.38–0.39, 0.30–0.32+0.73–0.76; rostral 4+5 segment: 0.18; siphunculus: 1.52—1.70.

Host plants: *Euphoria longana* and *Mangifera indica.*

Specimens: 3W, 10 A (Takahashi's type), Chiayi (=Kagi), III—1925, R. Takahashi; 1 W, 9 N, Chuchi (Takezaki), 20—IV—1928, R. Takahashi.

12. **Greenidea** (s. s.) **mushana** Takahashi, 1925 (Fig. 2 F)

Greenidea mushana Takahashi, 1925. Dept. Agr. Res. Inst. Formosa, Rept. 16: 35.

Redescription: (Alate viviparous female) —Body elongtaed. Tergum sclerotised, dark brown, wrinkle; sternum evenly and densely scattered with spinules. Both long and short dorsal setae occur on abdomen, long setae on abdomen are subequal in length to those on thorax and head. Abdominal dorsal setae exceedingly numerous, scattered evenly, those on 3rd abdominal segment more than 80 in number. Long setae on thorax (ca. 0.25mm) about 5 times as long as basal width of 3rd antennal segment. Antenna dark brown, about 0.80 times as long as body, 4th to 6th segments deeply imbricated; 3rd segment situated with 56 secondary rhinaria arranging not in a row; 6th joint with processus terminalis about 2 times as long as its base. The ratio of 3rd to 6th antennal segments about as follows: III: IV: V: VI=3.28: 1.28: 1.22: 1.00+1.94. Rostrum reaching between middle and hind coxae. Siphunculus dark brown, with pale base, cylindrical, curved outwards; with strong reticulation present almost through entire length except apical portion where spinules present densely and forming transversal rows. Siphunculus about 1.21 times as long as hind tibiae and 2.45 times as long as 3rd antennal joint. Femora brown, partly imbricated, tibia brown, with darker apex, nearly smooth; tarsus deeply imbricated, dark brown.

This specimens is different from alatae of other *Greenidea* by that: (1) secondary rhinaria on 3rd antennal joint so numerous and transversally oval in shape; (2) dorsal setae evenly distributed and numerous; (3) sternum spinulose evenly.

Measurements: Body length: 3.90; antennal segments: I, II, III, IV, V, VI=0.17, 0.09, 1.06, 0.41, 0.39, 0.32+0.62, rostral segment: 0.34; siphunculus: 2.60.

Host plant: *Quercus* sp.

Specimens: 1W (Takahashi's type), Sungkang, altitude ca. 7330 ft. (=Tattaka), 17—V—1924, R. Takahashi.

References

Essig, O. E. and S. I. Kuwana. 1918. Some Japanese Aphididae. Pro. Calf. Acad. Sci. 4 (8): 97—98.

Goot, P. van der. 1917. Zur Kenntnis der Blattlause Javas'. Contrib. Faune Indes. Neerl. 1 (3): 126—147.

Maki, M. 1916. Three new species of *Trichosiphum* in Formosa. Call. Essays for Nawa, Gifu: 10—13.

Pergande, Th. 1906. Descriptions of two new genera and three new species of Aphididae. Ent. News Philad. 17: 207—210.

Raychaudhuri, D. N. 1956. Revisions of *Greenidea* and related genera. Zool. verl. 31: 23—64, 98—100.

Raychaudhuri, D. N., M. R. Ghosh, M. Banerjee and A. K. Ghosh. 1973. Studies on the aphids from eastern India X. Kontyu 41 (1) : 62.

Takahashi, R. 1919. Notes on some Japanese Aphididae. Proc. Ent. Soc. Wash. 21 (7) : 174.

1921. Aphididae of Formosa, pt. 1. Agr. Exp. St. Formosa, Spec. Rept. 20 : 63—68.

1923. Aphididae of Formosa, pt. 2. Dept. Agr. Res. Inst. Formosa, Rept. 4 : 45—67, 115—118.

1924. Aphididae of Formosa, pt. 3. Dept. Agr. Res. Inst. Formosa, Rept. 10 : 55—58.

1925. Aphididae of Formosa, pt. 4. Dept. Agr. Res. Inst. Formosa, Rept. 16 : 29—36.

1928. A new species of Aphididae from Formosa. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 18 (94) : 46.

1929a. Notes on some Formosan Aphididae. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 19 (100) : 98—100.

1929b. Notes on some Formosan Aphididae. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 19 (105) : 527—528.

1931. Aphididae of Formosa, pt. 6. Dept. Agr. Res. Inst. Formosa, Rept. 53 : 27—34.

1933. Additions to the aphid fauna of Formosa (Hemiptera), II. Philipp. J. Sci. 52 (3) : 294-295.

1941. Some foreign Aphididae (Homoptera) . Ins. Mats. 15 (4) : 146—147.

1950. List of the Aphididae of Malay Peninsula, with descriptions of the new species (Homoptera). Ann. Ent. Soc. Amer. 43 (4) : 587—591.

Tao, C. C. 1962. Aphid Fauna of China. Sci. Yearbook Taiwan Mus. 5 : 62—75.

臺灣毛管蚜屬 (*Greenidea*) 蚜虫[1]

(同翅目：蚜蟲科)

廖 惠 堂[2]

摘 要

臺灣產毛管蚜屬(*Greenidea*)已有記錄者 12 種，本文重新描述 *G. mushana* 有翅胎生雌蟲之形態，其他 11 種則記述其主要特徵，並記載其異名、寄主及分佈。該屬最早由 D. N. Raychaudhuri (1956) 分爲 *Paragreenidea, Trichosiphum* 及 *Greenidea* 三個亞屬，後 D. N. Raychaudhuri, M. R. Ghosh, M. Banerjee 及 A. K. Ghosh 增訂一亞屬 *Neogreenidea*；筆者因發現 *G. brideliae, G. quercifoliae* 及 *G. schimae* 之稚蟲體背不具骨片，有異於同屬其他種類之稚蟲，故擬再增設一新亞屬 *Metagreenidea* 。中國蚜蟲誌中記載之 *G. psidii* 應訂正爲 *G. formosana*。

本文記載之 12 種蚜蟲學名分別爲，*Greenidea* (*Paragreenidea*) *viticola* Tak., *G.* (*Trichosiphum*) *formosana* (Maki), *G.* (*T.*) *kuwanai* (Perg.), *G.* (*T.*) *myricae* Tak., *G.* (*T.*) *nigra* (Maki), *G.* (*Metagreenidea*) *brideliae* Tak., *G.* (*M.*) *quercifoliae* Tak., *G.* (*M.*) *schimae* Tak., *G.* (s. s.) *decaspermi* Tak., *G.* (s. s.) *ficicola* Tak., *G.* (s. s.) *mangiferae* Tak. and *G.* (s. s.) *mushana* Tak.

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 854 號。本論文經獲行政院國家科學委員會獎助。

2. 本所應用動物系技佐。

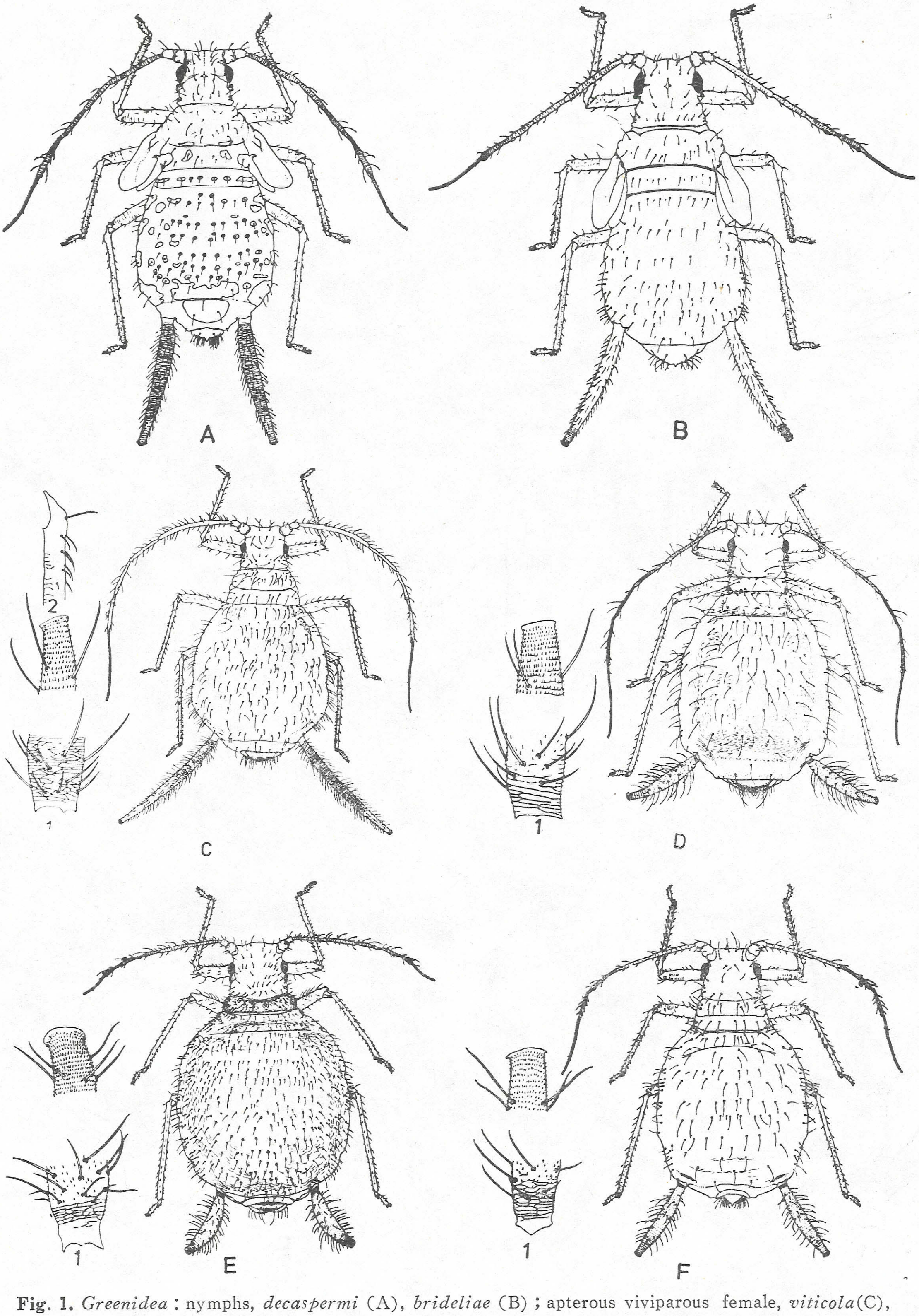


Fig. 1. *Greenidea* : nymphs, *decaspermi* (A), *brideliae* (B) ; apterous viviparous female, *viticola*(C), *formosana* (D), *kuwanai* (E) , *myricae* (F). siphunculus (1) , basal portion of hind tibiae (2) .

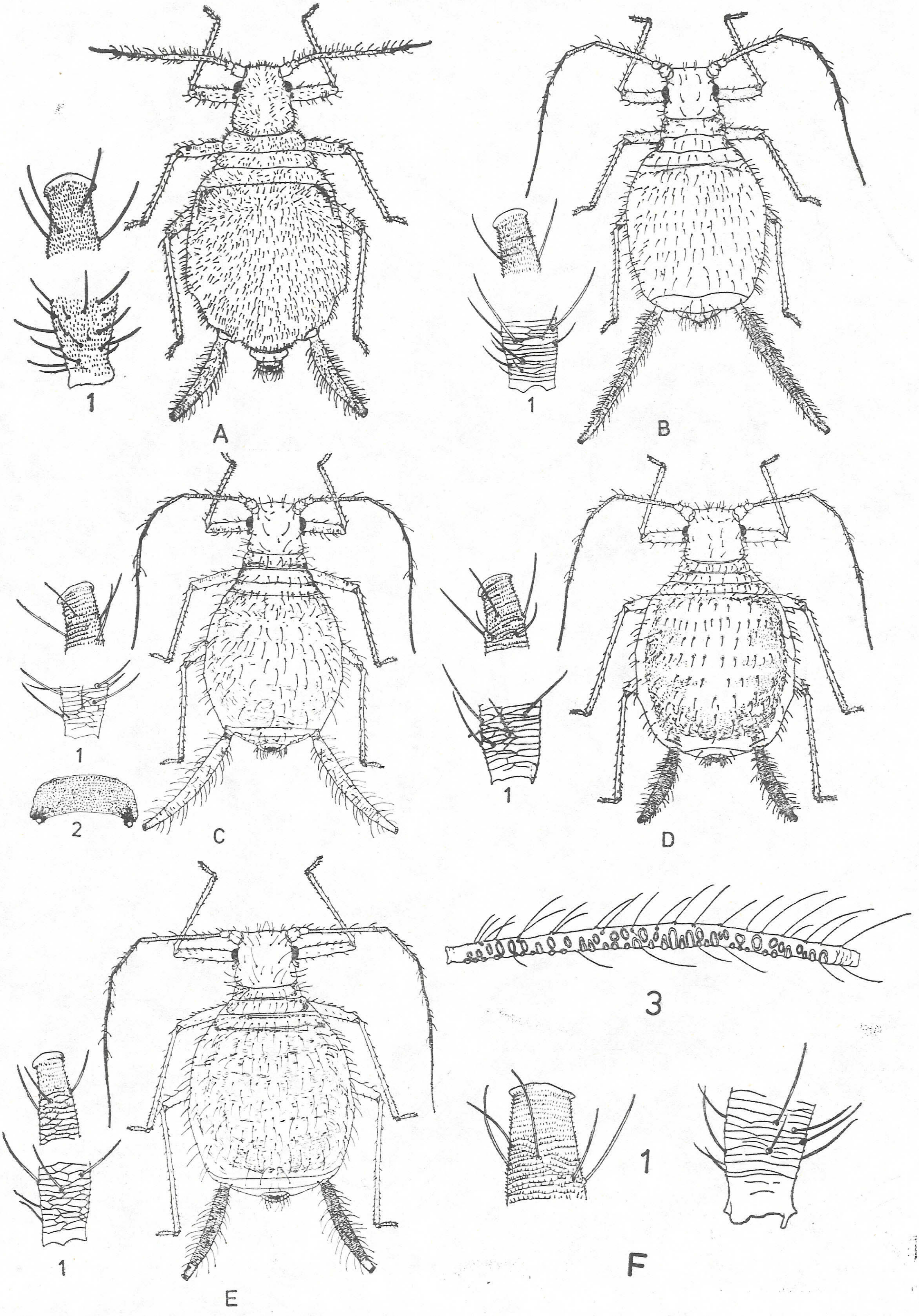


Fig. 2. *Greenidea*: apterous viviparous female, *nigra* (A), *brideliae* (B), *decaspermi* (C), *ficicola* (D), *mangiferae* (E); alate viviparous female of *mushana* (F). siphunculus (1), 3rd abdominal sternum (2), 3rd antennal joint (3).

中華農業研究 27(4)：355~362 (1978).

稻熱病流行學研究—民國65及66年之發生觀察[1]

蔡　武　雄[2]

摘要：臺南5號在第一期稻作會發生葉及穗稻熱病，在 65 及 66 年其葉稻熱病之發病率最高達58.2及40.1 %，穗稻熱病之發病率達 27.6 及 40.2 %。臺南 5 號第二期作葉及穗稻熱病發生輕微。嘉農秈8號第一期作及第二期作葉稻熱病發生輕微，但穗稻熱病有時候發生嚴重，65 年第一期作穗稻熱病發病率最高達 47.2 %，第二期作最高達 33.6 %，葉稻熱病發生前七天的平均溫度在20~25°C 之間。臺南5號穗稻熱病發病率受降雨日數的影響，降雨日數越多，發病率越高，葉及穗稻熱病發病率高時，所採集到的胞子數目多，空氣中的胞子從 3 月到 11 月上旬之間可以採集得到。

影響稻熱病發生的氣象因子有溫度、濕度、雨、日照、風等(10)，而在日本最有利於稻熱病發生的氣象環境有（1）在最高分蘖期以前高溫，長期降雨，且缺乏日照。（2）從最高分蘖期到成熟期逢低溫，長期降雨，且缺少日照。（3）抽穗期後逢高溫，長期降雨，且缺少日照。（4）水稻生長期間遇低溫，長期降雨，且缺少日照。由此可見水稻在不同生育期間的溫度、雨及日照直接影響稻熱病的發生。

在本省臺南5號在適宜的發病環境下，葉稻熱病的發生嚴重，而秈稻在第二期作對穗稻熱病甚易感染，發病率甚高(2,5)，此可能由於生理小種的影響(5)。有關稻熱病的發生與氣象因子已有詳細的報告(6,7,8,9,10)，但本省的栽培環境，氣象條件與日本不同，故有關稻熱病的發生與氣象環境值得深加研究。

本試驗計有民國 65 及 66 年第一、二期作，其目的在研究水稻在自然環境下稻熱病發生與氣象因子的關係。民國 65 年之結果已有報告(4)，目前僅就兩年來共四期作的部分資料加以整理比較，以供防治或預測稻熱病發生的參考。

材料與方法

在稻熱病經常發生地區的臺南縣白河鎮設置試驗田。試驗田分為四小區，每小區 8×6m，以對角線的兩小區分為種植臺南5號及嘉農秈8號，行株距各為 22.5 cm。田間管理依當地習慣行之，唯在水稻生長過程中不施任何殺菌劑，但施用殺蟲劑，以防治褐飛蝨及黑尾葉蟬。

在試驗田中央設置 Kramer-Collins 胞子採集器，每天採集 24 小時，每小時吸氣 4次，每次90 秒鐘，1小時共吸氣6分鐘，其空氣量為 20ℓ/分鐘。胞子採集器之吸氣口距離地面 80 cm。胞子採集數目係將胞子採集器內之載玻片放在 150 倍顯微鏡下觀察，並計算每小時及每天的胞子數。載玻片上塗有粘膠，以使空氣中的胞子可以粘在玻片上。粘膠的配方為明膠15 g，甘油 80 ml，硫酸銅 9 g，蒸餾水 100 ml，以間接加熱法溶成綠色粘劑。此外，並設置自動溫濕度計，露水計及雨量計等。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 855 號。本報告為 76 (NSC) -A11-A 2542 (b-1) 及77 (NSC) -A11-A -2570 的一部分。試驗期間承蒙邱博士人璋之指導與鼓勵，文成復蒙斧正，謹此誌謝。

2. 本所嘉義農業試驗分所技士。

發病調查每小區依對角線固定調查 20 叢，從初發病開始，每隔三天調查一次求其平均發病率。葉稻熱病之發病率，係依水稻葉稻熱病罹病程度調查標準及標準圖爲準[1]。 穗稻熱病的發病率，係以固定20叢之罹病穗數除以總穗數的百分率表示之。

結 果

一、發病情形

臺南 5 號在 65 年一期作葉稻熱病從 3 月 16 日（插秧後 60 天）開始發病，發病率在 4 月 15 日（插秧後 90 天）達最高峯，其發病率爲 58.2 %，以後發病率開始下降。穗稻熱病在 5 月 25 日（抽穗後 14 天）開始發病，發病率最高達 27.6 %。 66 年一期作葉稻熱病從 3 月 23 日（插秧後 63 天）開始發病，發病率在 4 月 10 日（插秧後 81 天）達最高峯，其發病率爲 40.1 %，以後發病率開始下降。穗稻熱病在 5 月 23 日（抽穗後 16 天）開始發生，發病率最高達 40.2 %（圖 1）。65 及 66 年二期作葉稻熱病發生輕微，僅在 0.1~0.2 %之間，穗稻熱病在 65 年 10 月 11 日（抽穗後 21 天）開始發生，發病率最高峯 9.6 %。 66 年二期作穗稻熱病不發生（圖 2）。

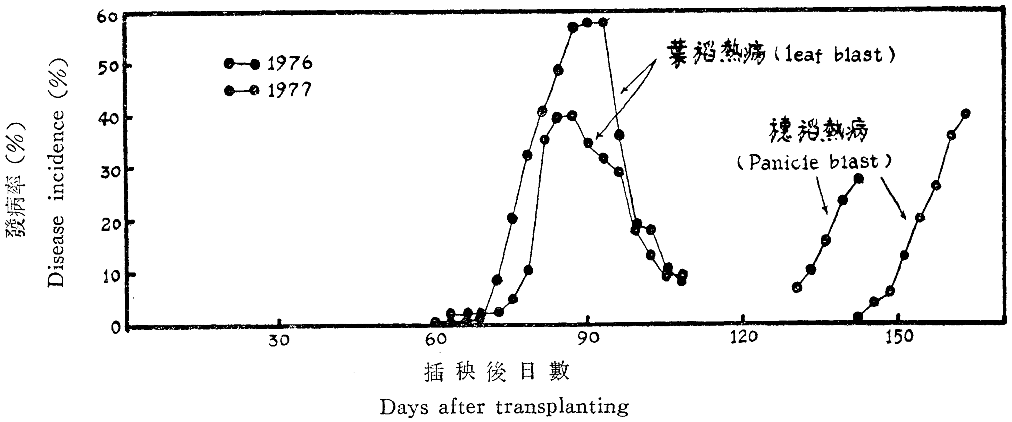


圖 1. 第一期作臺南 5 號稻熱病發生情形

Fig. 1. Occurrence of rice blast on Tainan 5 during the 1st crop

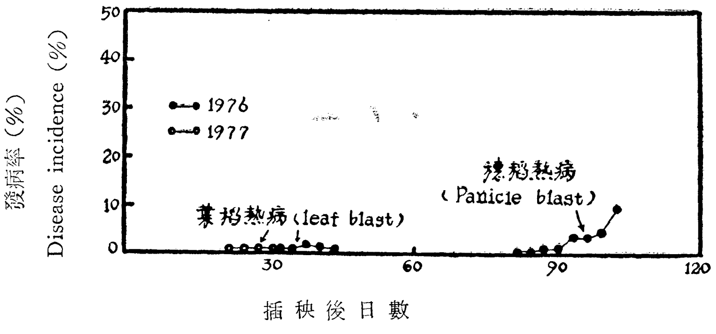


圖 2. 第二期作臺南 5 號稻熱病發生情形

Fig. 2. Occurrence of rice blast on Tainan 5 during the 2nd crop

嘉農秈 8 號在 65 年一期作葉稻熱病在 3 月 28 日（插秧後 75 天）才開始發病，發病率最高峯時僅 2.8 %。穗稻熱病在 5 月 25 日（抽穗後 15 天）開始發病，發病率最高達 47.2 %。66年一期作葉稻熱病在 4 月 19 日（插秧後 88 天）才出現病斑，但發病率在 0.1～0.2 %之間，穗稻熱病不發生（圖3）。65 年二期作葉稻熱病發生也非常輕微，穗稻熱病在 10 月 5 日開始發生，發病率最高達 33.6 %。66 年二期作葉及穗稻熱病不發生（圖4）。

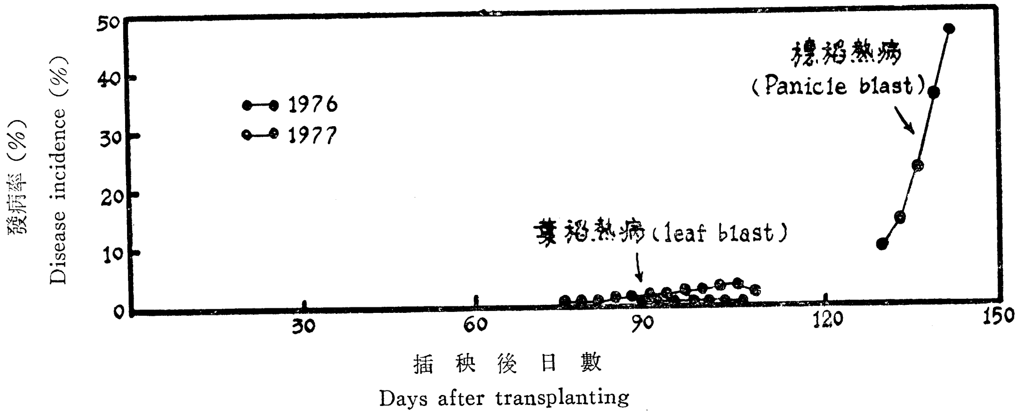


圖 3. 第一期作嘉農秈 8 號稻熱病發生情形

Fig. 3. Occurrence of rice blast on Chia-nung-shen 8 during the 1st crop

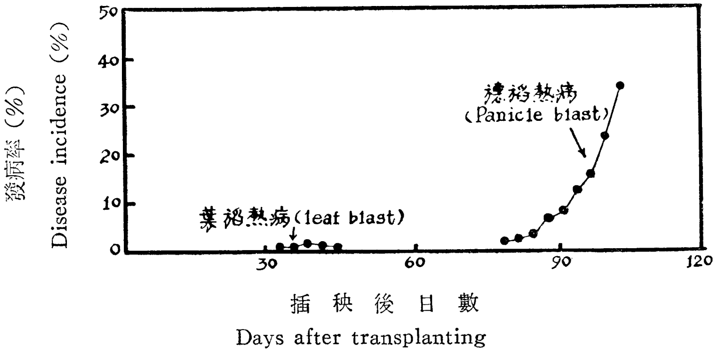
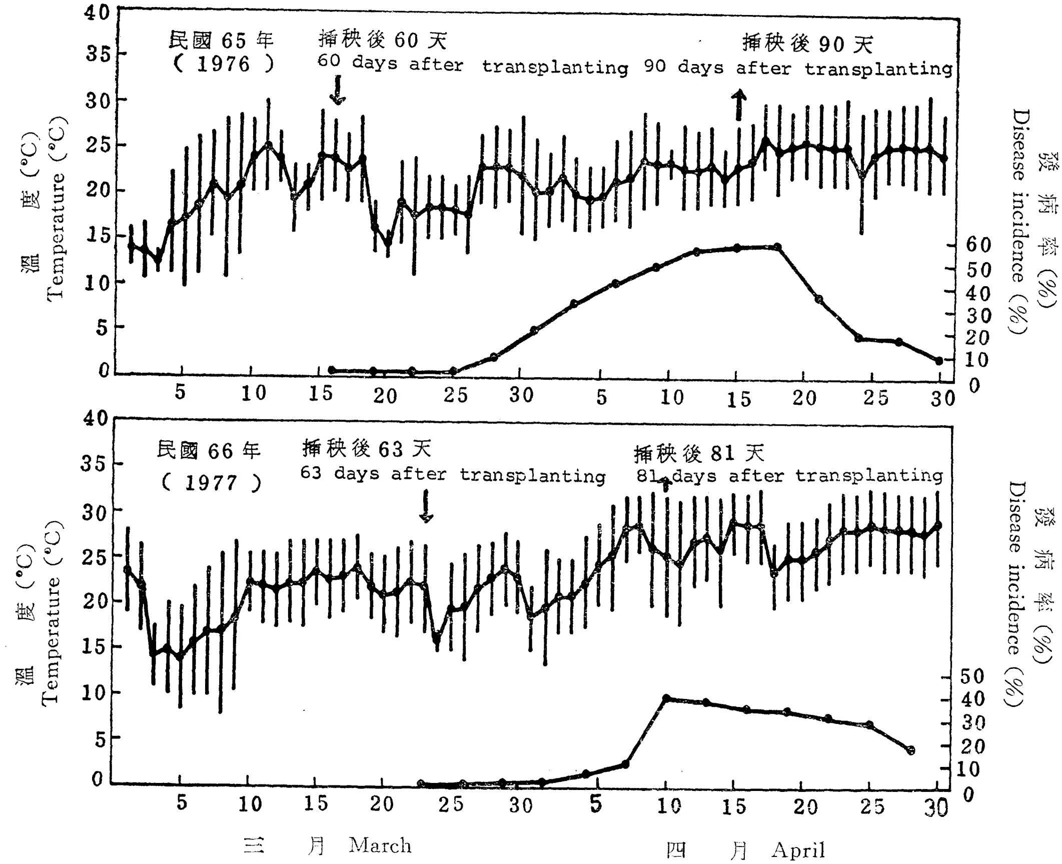


圖 4. 第二期作嘉農秈 8 號稻熱病發生情形

Fig. 4. Occurrence of rice blast on Chia-nung-shen 8 during the 2nd crop (1976)

二、葉稻熱病發生與溫度

65 年第一期作葉稻熱病初發生在 3 月 16 日，發病前一星期，除了 3 月 13 日平均溫度爲 19.3°C 以外，其餘日平均溫度均在 20～25°C 之間。66 年一期作在 3 月 23 日開始發病，發病前一星期之日平均溫度也在 20～25°C 之間。初發病十天內，發病率不增加。此外，65 年 3 月 19～26 日冷峰過境，溫度下降，66 年 3 月 24～26 日，3 月 31 日及 4 月 1 日，平均溫度降到 20°C 以下，此也可能影響發病。65 年發病率到 4 月 15 日（插秧後 90 天）最高，除 3 月 19～26 日及 4 月 3～5 日以外，發病期間的日平均氣溫在 20～25°C 之間。66 年發病率到 4 月 10 日（插秧後 81 天）最高，發病期間除了 3 月 24～26 日及 4 月 1 日外其餘的日平均氣溫在 20～30°C 之間（圖5）。



↓開始發病 (Disease started) ↑病勢停止進展 (Disease progress ended)

圖 5. 臺南 5 號葉稻熱病與溫度的關係（白河、民國 65 年及 66 年第一期作）

Fig. 5. Relationship between rice leaf blast and temperature on Tainan 5 (Pai-ho, 1st crop of 1976 and 1977)

三、穗稻熱病發生與下雨日數之關係

臺南 5 號在 65 年一期作從抽穗到收穫止的降雨日數僅 5 天，發病率爲 27.6 %， 66 年一期作降雨日數爲 23 天，發病率高峯 40.2 %。 65 年二期作降雨 9 天，發病率爲 9.6 %，66 年二期作未下雨，穗稻熱病不發生（表 1）。

四、葉稻熱病發病率與胞子數

臺南 5 號在 65 年一期作葉稻熱病的發病率爲 58.2 %，所採集到的胞子數有 5,994 個。 66 年一期作發病率爲 40.1 %，所採集到的胞子數有 1,018 個， 65 與 66 年胞子數比率爲 5.9 ：1（表 2），發病率高所採集的胞子數較多，發病率低採集的胞子數亦低。

五、穗稻熱病發病率與胞子數

臺南 5 號在 65 年一期作穗稻熱病發病率爲 27.6 % ， 從抽穗到收穫所收集的胞子數共 401 個， 66 年一期作發病率爲 40.2 %，所收集的胞子數除了 6 月上旬因每天降雨載玻片被雨水冲洗收集不到胞子外，共收集到的胞子 181 個。 65 年二期作發病率爲 9.6 %，胞子數共 43 個，66年二期作不發病，胞子數僅 15 個且在抽穗後七天以後就收集不到胞子（表 3）。

表 1. 臺南5號穗稻熱病發生與降雨日數之關係

Table 1. Occurrence of panicle blast on Tainan 5 and rainy days

期作 Crop	插秧期 Transplanting date	抽穗期 Heading date	發病期 Disease initiated	收穫期 Harvesting date	發病率 (%) Disease incidence (%)	下雨日數[a] Rainy days
第一期作 1st crop						
1976	Jan. 15	May 10	May 25	June 9	27.6	5
1977	Jan. 20	May 7	May 23	June 16	40.2	23
第二期作 2nd crop						
1976	July 16	Sept. 20	Oct. 11	Nov. 3	9.6	9
1977	July 29	Oct. 3	[b]	Nov. 12	0	0

a. 下雨日數係從抽穗後到收穫止。 Rainy days during the period from heading to harvesting.

b. 不發病。No disease.

表 2. 葉稻熱病發病率與胞子數比較

Table 2. Disease incidence and the number of conidia trapped

年次 Year	發病率 (%) Disease incidence (%)	胞字數[a] No. of conidia	胞子數比率 Ratio of the No. of conidia
1976	58.2	5,994	5.9
1977	40.1	1,018	1.0

a. 胞子數係從 3～6 月的總和。 No. of conidia was the total number from March to June .

六、田間胞子的發生消長

田間的胞子並非終年都可以採集到（圖6）。 65 年在 3 月上旬就可以收集到胞子，但 66 年在 3 月下旬才收集到胞子。 65 年 11 月上旬還可以收集到胞子， 66 年 10 月上旬可以收集到胞子，但中旬就收集不到胞子。一般在 4 月中旬葉稻熱病發病高峯期前後所採集到的胞子最多，二期作在八月中旬採集到的胞子數最多，雖然二期作葉稻熱病發生輕微。

討 論

臺南 5 號在第一期稻作會發生相當程度的葉及穗稻熱病，二期作雖然也可以看到葉稻熱病，但發生輕微。穗稻熱病在 65 年二期作發生輕微僅 9.6 %，而 66 年不發生。 嘉農秈 8 號在一期及二期作葉稻熱病發生均非常輕微，穗稻熱病在 65 年一期作及二期作發生，但 66 年一、二期均不發生葉或穗稻熱病，所以同一品種在同一地點因栽培時期不一致，發病情形也有差異。尤其是臺南 5 號，穗稻熱病的發生受降雨日數影響很大， 65 及 66 年一期作從抽穗到收穫止降雨日數各為 5 天

表 3. 水稻抽穗到收穫期的胞子收集數

Table 3. Number of conidia trapped during the period from heading to harvesting

期作 Crop	期間 Duration		胞子數 No. of conidia	
一期作 (1st crop)				
1976	May	middle[a]	269	401
		late	42	
	June	early	90	
1977	May	early	45	181
		middle	66	
		late	51	
	June	early	—[b]	
		middle	19	
二期作 (2nd crop)				
1976	Sept.	late	5	43
	Oct.	early	3	
		middle	8	
		late	27	
1977	Oct.	early	15	15
		middle	0	
		late	0	
	Nov.	early	0	

a. early : the first ten days of the month. middle : the second ten days of the month. late : the last ten or eleven days of the month.

b. The slide in the spore sampler was washed off by rain, hence no conidia were collected.

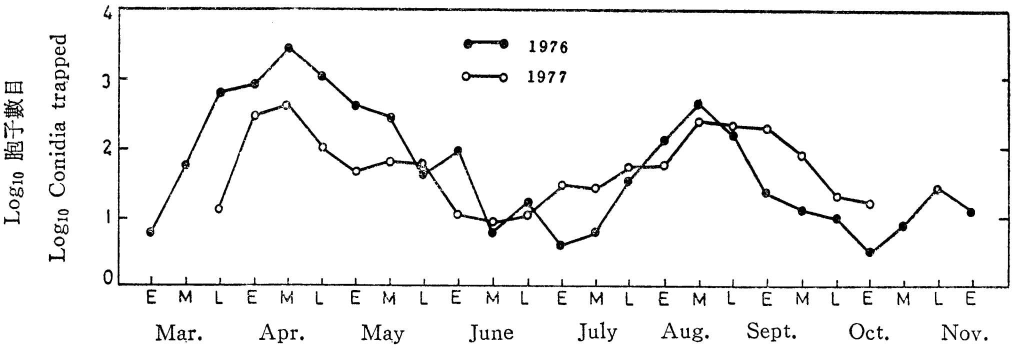


圖 6. 田間胞子每月消長情形

Fig. 6. Monthly fluctuation of the number of conidia trapped in the paddy field

及23 天，其發病率各爲 27.6 及 40.2 %，降雨日數越多，發病率越高，65 年二期作降雨日數 9 天，發病率爲 9.6 %，但 66 年二期作不下雨， 穗稻熱病就不發生。降雨日數除了影響穗稻熱病外，對葉稻熱病也有影響，降雨日數越多，葉稻熱病也越嚴重 [3,9,10]。但嘉農秈 8 號在 65 年一、二期作均發生， 66 年一、二期作均不發生，與臺南 5 號受降雨日數的影響不同，此原因尚待探討。

臺南 5 號葉稻熱病之始發生日前一星期的每日日平均氣溫在 20～25°C 之間 ， 此溫度範圍可能對葉稻熱病的發生非常重要。開始發病後十天以後發病才開始增加，此顯示病原菌需要經過一段時間在寄主內增殖，產生病斑，再形成新胞子，而造成病勢 [10]。據報告 [10]， 稻熱病的發生需要一段時間的日平均氣溫在 19～28°C 之間，而最低日平均氣溫在 17～23°C 間。 本結果發病前的平均溫度20～25°C 之間，發病率到達最高峯的日平均氣溫除了少數幾天以外，其餘均在 20～30°C 之間，65 年在插秧後 90 天，而 66 年在插秧後 81 天發病停止， 此因水稻在此時期已近孕穗期，葉片對病原菌有抵抗性。

葉稻熱病發病率高時，在發病期間所採到的胞子數較多，如 65 年所採集到的胞子數爲 66 年的 5.9 倍，而其發病率在 65 年爲 58.2 %，66 年爲 40.1 %， 所以傳染源的多少與發病有密切的關係。又穗稻熱病發生的輕重與胞子數也有關係，第一期作穗稻熱病較第二期作嚴重，胞子數第一期作也顯然地較第二期作多，尤其 66 年二期作在 10 月上旬（抽穗後 1 個星期）以後就採集不到胞子，所以沒有穗稻熱病發生。另一方面穗稻熱病發病期間的胞子數也可能受其前期葉稻熱病發病期間胞子數的影響，因爲一期作臺南五號葉稻熱病較二期作嚴重，所採集的胞子也以一期作多，所以一期作穗稻熱病發生期間所採到的胞子也較二期作爲多。

田間病原菌的胞子可在每年第一期作發病前後收集得到，葉稻熱病發病高峯前後收集的胞子最多，如 4 月中旬。第一期作收穫後到第二期作插秧前也可以收集到胞子。二期作插秧後直到收穫後一個星期均可採到胞子，不過， 66 年二期作不發生穗稻熱病，胞子僅在 10 月上旬可以採集到，下旬就收集不到，所以空氣中的胞子並非終年可以採集得到的。

參 考 文 獻

1. 臺灣省政府農林廳．1963．水稻葉稻熱病罹病程度調查標準及標準圖．
2. 蔡武雄．1976．稻熱病在不同藥劑處理下之消長．中華農業研究 25(3)：199～205．
3. 蔡武雄．1977．旱田病圃稻熱病的發生與氣象．中華農業研究 26(4)：290～296．
4. 蔡武雄．1978．稻熱病流行學之田間研究．科學發展月刊 6(5)：460～497．
5. 簡錦忠．1975．長粒型秈稻異常發生穗稻熱病之調查及其病菌生理型之研究．中華農業研究 24(3.4)：23～31．
6. Kato, H. 1974. Epidemiology of rice blast disease. Rev. Pl. Protec. Res. 7 : 1-20.
7. Kato, H. 1976. Some topics in a disease cycle of rice blast and climatic factors. *In* Proceedings of the Symposium on Climate and Rice. : 417-425. IRRI, 1976.
8. Suzuki, H. 1969. Studies on the behavior of rice blast fungus spore and application to outbreak forecast of rice blast disease. Bull. Hokuriku Agric. Expt. Stn. No. 10, 118pp.
9. Suzuki, H. 1970. Interrelationship between the occurrence of rice blast disease and meteorological conditions. Rev. pl. Protec. Res. 3 : 1-11.
11. Suzuki, H. 1975. Meteorological factors in the epidemiology of rice blast. Ann. Rev. Phytopathol. 13 : 239-256.

Epidemiological studies of rice blast disease observations of 1976 and 1977 [1]

Wu-hsiung Tsai [2]

Summary

The leaf and panicle blasts occurred to a high level on Tainan 5 during the first rice crop of 1976 and 1977. The highest incidence of leaf blast recorded was 58.2% and 40.1 % for 1976 and 1977, respectively. The disease incidence of panicle blast was 27.6 % and 40.2% for the years, respectively. In the second crop, both leaf and panicle blasts were slight on Tainan 5 for these periods. The leaf blast was slight on Chia-nung-shen 8 in both the first and second crops. But the panicle blast occurred to a level of 47.2% and 33.6%, respectively, in the first and second crops in 1976. However, blast did not occur on Chia-nung-shen 8 in 1977. The average daily temperature of the seven-day period before the first appearance of leaf blast fell in the range of 20—25°C. The panicle blast on Tainan 5 was affected by the number of rainy days. A higher disease incidence was correlated with more rainy days. The blast fungus conidia were trapped to a great number when the incidence of leaf and panicle blasts was high. The conidia could be trapped from the air March to October or to November during the years under the field conditions.

1. Contribution No. 855 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Specialist, Chia-yi Agricultural Experiment Station, TARI.

中華農業研究 27(4)：363～371(1978).

非洲大蝸牛及其捕食性天敵[1]

邱瑞珍　周根清[2]

摘要：非洲大蝸牛（*Achatina fulica* Bowd.）原產東非，十九世紀初經由印度洋分布及太平洋島嶼。於民國 22 年自新加坡引進本省，後即廣布於全省各地，成爲本省農林作物之害蝸。該蝸卵孵化爲幼蝸後經 8～9 個月即爲成蝸，成蝸每年產卵 3～6 次，每次產卵 200～500 粒，壽命約 2～3 年。成蝸與幼蝸同具休眠及冬眠習性。本所爲進行其生物防治研究，於民國 48 年及 50 年從夏威夷引進兩種肉食性蝸牛，即玫瑰蝸牛（*Euglandina rosea* Ferus., Oleacinidae）與嘉納蝸牛（*Gonaxis quadrilateralis* Prest., Streptaxidae）。此二種肉食性蝸牛均能捕食非蝸且能適應本省氣候，而嘉納蝸之適應力較强。非蝸之本省天敵本文亦有述及。

非洲大蝸牛（*Achatina fulica* Bowdich）本文簡稱非蝸，本省俗稱露螺，日據時期稱爲食用蝸牛，食用蝸牛白藤種或陸鮑[7]，英名爲 giant snail, African snail 或 giant African snail。該蝸屬於軟體動物門，腹足綱、有肺亞綱、柄眼目，屈曲輸尿管亞目，非洲蝸牛總科，非洲蝸牛科或稱瑪瑙蝸牛科[5]。

非蝸於民國 22 年自新加坡引進本省迄今已屆 40 餘年，因其食性繁雜，增殖迅速，生存力與適應力均强，故數十年來均爲本省農林作物之重要害蝸。光復以來由於植物保護工作推行之澈底，一般作物害蟲均顯著減少，唯獨蝸害之嚴重反而顯見，且其分布地區包括山區地帶與平地園圃而且時有嚴重爲害之報告，尤其是新植林區與種苗圃遭其蹂躪者損失更爲慘重。一般言之，使用化學藥劑防治害蝸在大面積地區甚感困難，亦不經濟，過去民間雖多捕捉非蝸以餵家禽、家畜或供人食用，近年則有冷凍外銷，但其對於農林作物之爲害實不容忽視。故在農作物栽培生產立場觀之，非蝸仍應列爲有害動物而且必須加以防治。又以非蝸食性之繁雜與增殖力之强，欲謀澈底防治實非易事。筆者等於民國 48 年擬對此蝸採用生物防治，曾先後自國外引進肉食性之蝸牛，進行室內外飼育觀察，且釋放田間以防治非蝸。爲此同時進行非蝸之室內繁殖與觀察，但其目的僅爲供應其捕食性天敵蝸牛之食餌而已。而時至今日非蝸之身價已非昔比，年來國內露店、餐廳之生炒螺肉頗受食客歡迎，而冷凍非蝸肉之銷售亦已步入外銷歐美階段，故國人對於飼育非蝸之熱風再度掀起，本省農友紛紛來函索取非蝸之習性及飼育等資料，筆者等爲應便民之擧，特將舊稿整理付印以便各界參考。

材料與方法

非蝸之成蝸採自田野，平均殼長爲 10 cm，體重約 150 g，殼表以油漆編號，用木箱（42×35×158 cm）加鐵紗蓋，箱底舖以壤土和細砂混合（1：2），厚約 15 cm 之土層，每箱飼養非蝸 4 隻，逐日觀察其取食情形，淸除飼料殘渣，補充飼料及噴洒適量水份，箱內砂土每月更換一次，飼料係以貝殼粉、糙米飯、靑菜、豆腐渣等混用。每天檢查飼育箱砂土時若有卵粒即予檢出另行飼育，從飼育箱檢出之卵粒因混雜砂土，故先篩洗乾淨，平放培養皿（3×10 cm）中而上、下舖有數層潤濕衛生紙，以保持濕度。同堆之卵均放於同一皿內，每日檢視一次並添加水份以利卵之孵化，俟全部

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 856 號。
2. 本所應用動物系技正兼主任，技佐。

卵孵化後再移入木箱內飼育。同一卵堆孵化之幼蝸飼養於同一木箱內，其飼育方法與成蝸同。幼蝸每月檢查一次記錄其殼長、體重等。若爲避免過分擁擠影響幼蝸之生長，可酌予分箱飼育。

玫瑰蝸之飼育亦用相同之木箱，箱底舖厚約 5 cm 之砂土，每箱飼育成蝸 8～10 隻，放入殼長 2～3 cm 之小非蝸 60 隻供其捕食，並用蔬菜、貝殼粉、鈣質等作爲小非蝸之飼料，玫瑰蝸需餵飼鈣質以助其貝殼之生長。每晨淸除飼育箱內非蝸空殼及飼料殘渣，補充小非蝸與其飼料並噴施適量水份，逐日按時檢視玫瑰蝸之捕食及活動情形。卵之飼育處理方法亦與非蝸相同。

嘉納蝸用玻璃缸（18×11 cm）飼育，上加紗蓋，內放砂土厚約 7 cm，每缸飼育成蝸 6～8 隻（小蝸可飼數十隻），並放入殼長 2～3 cm 之小非蝸 50 隻，其他飼育處理方法與玫瑰蝸相同。嘉納蝸之卵粒外黏附一層泥土，外觀甚似大土粒不易辨別，故檢卵時可用網篩，並以水沖洗，使外包土層之卵粒，即可檢出，隨即移置於舖有潮濕土層之培養皿內，罩以紗布，每日檢視一次，土層經常保持潮濕，待幼蝸孵化即檢出另行飼育。

室外飼育嘉納蝸與玫瑰蝸係用大型紗籠（175×135×135 cm）。籠內植些雜草，甘藷或蔬菜等，使能保持自然環境，又可遮風蔽日。籠內放入飼育用之小非蝸，數目爲天敵之 10～12 倍，不必時時添加，但每週檢查小非蝸之被捕食數並予補足。遇天氣過於乾燥時，隨時澆水，使天敵蝸之生長活動正常。

結　果

非洲大蝸牛之形態

成蝸：非蝸爲雌雄同體（hermaphroditic），但須異體交配受精後產卵（圖 1 A）。蝸殼圓錐形，殼 7～13×4～6 cm，螺紋右旋，具有 8～9 層輪紋。本省一般常見之非蝸殼長多在 10 cm 左右，殼暗赤色，遍佈赤褐色和淡紫色或黃白色之粗紋及斑紋，殼頂第 1～3 層爲乳白色，第 4～6 層爲淡黃色夾雜有赤褐色或淡紫色斑紋，第 7～9 層爲暗赤色，有赤褐色及淡紫色或黃白色之粗紋，第 8 或 9 層輪層即靠近殼口之一輪，其長度約佔殼長之⅔。肉體深褐色混雜白色斑點，腹面灰白色，活動時其肉體伸出殼外約與其殼長相等。頭部前端有 2 對觸角和口器，口器兩側之 1 對爲前觸角（anterior tentacle），因較爲短小又稱小觸角（antennula），頭部背面有 1 對較大之觸角稱爲後觸角（posterior tentacle）或大觸角（antenna），其末端具有黑色圓形小眼球，故又稱眼觸角(eyed tentacle)。兩對觸角伸縮自如，均可縮入肉體內。口器位於頭部先端之腹面，橫裂開口，其兩側有 1 對大側唇（lateral lappets）。大觸角之右方稍後處有個生殖孔（reproductive organs），內有雌雄兩性生殖器官分別與輸精管及受精囊相連，平時不顯露，於交配時才露出體外。交配時兩蝸互以精蟲送達對方精囊故兩蝸都可受精產卵。殼口內之右方下角有一肺孔，肛門位於肺孔之內壁。

卵橢圓形，4.5～5.5×4～4.5 mm，剛產下時爲淡黃色有光澤，外被蛋白狀之黏液，將孵化時變爲灰白色，光澤已失。剛成熟蝸牛所產之卵，色黃而形較小，個數亦較少；老蝸所產之卵色較淡，數多而形大。卵期 1～2 週，夏季所產之卵經一週後即可孵化，每堆卵自開始至全部孵化完畢約需時 3 天，但在第 1 天內孵化之卵數約占 80 %以上（圖 1 C）。

幼蝸：剛孵化之幼蝸其外殼爲半透明淡灰白色，有 3 層輪紋，殼稍圓，4.7×4.4 mm，殼形由於層紋增長而漸呈橢圓錐形。生長約 1 個月時殼輪有 5 層，殼爲 1.3×1.0 cm。2 個月時殼輪 8 層，約爲 4.5×3.2 cm。8 個月時殼輪爲 8 層，殼可長達 7.0×4.5 cm。此時蝸體已成熟，即可產卵。

非洲大蝸牛之分布

非蝸之原產地爲東非馬拉加西（Malagasy），於十九世紀初經由其原產地東非跨越印度洋逐漸向東方移動，侵入東南亞洲，後即廣泛分布於東南亞地區及太平洋島嶼而成爲各地農林作物之害蝸，其分布經路在 1800 年以前在東非馬拉加西島之非蝸，經毛里西亞島（Marshall Island）（1803），塞舌耳羣島（Seychelles Islands）（1840），加爾各答（Calcutta）（1847），錫蘭（Sri Lanka）

(1900)，馬來亞 (Malaya) (1911)，新加坡 (Singapore) (1917)，婆羅洲 (Borneo) (1921)，印尼 (Indonesia) (1922)，蘇門答臘 (Sumatra)，香港 (Hongkong) (1931)，臺灣 (Taiwan) (1933)，次及琉球諸島 (Ryukyu Islands)，日本 (Japan) (1935)，夏威夷 (Hawaii) (1936)，越南 (Vietnam)，小笠原諸島 (Bonin Islands) (1937)，太平洋諸島 (Pacific Islands) (1938)，北婆羅洲 (North Borneo) (1939)，菲律賓 (Philippines) (1941) 而到新幾內亞 (New Guinea)，泰國 (Thailand)，緬甸 (Burma) (1943) 等地[5,6,7,9]。

民國 21 年1月日人下條久馬一自新加坡將 20 隻非蝸引進本省臺北，因時值冬季氣候寒冷而致全部死亡，翌年4月再度從原地引進 12 隻在臺北飼育成功。

非洲大蝸牛之生活習性

非蝸成蝸白天潛伏於雜草，圍籬，枯枝落葉或磚瓦土堆之間隙，以及其他處所如垃圾堆、畜舍等四週之陰濕場所，但取食交配及其他一切活動均在日落黃昏後至次日清晨間，若遇驟雨或陰雨天亦有在白天活動者。兩蝸交配時常見其腹部及頭部相互交纏，乳白色之雄性生殖器露於體外 (圖1 B)，每次交配約需2～6小時，亦有長達 10 小時者。交配一次約經1～4星期後產卵一次，但亦有交配2～3次才產卵者。每蝸全年之產卵次數與各次產卵之相隔日數及產卵個數，均因成蝸年齡及其生長環境優劣而差別極大。筆者等在臺北室內飼育殼長 9～12 cm 之成蝸，每年 4～11 月均有產卵記錄。每蝸一年間產卵3～6次。冬季加溫室保持 20～25°C 時仍能照常產卵，但在冬季加溫產卵者其在夏季之產卵量則明顯減少，足見冬季加溫者其全年之產卵數並不比冬季不加溫者多，甚或反而早死。產卵時刻多在夜間，僅少數在白天，產卵場所多在隱蔽濕潤之土中，在臺北室內飼育者，多躲在飼育箱角落或隱蔽之處，若箱內砂土過於潮濕則於土表產卵。產卵時將頭部潛入土中，深約 6 cm 處，掘成圓穴，卵自頭部後面之生殖孔斷斷續續地排出，一連產下 1～20 個，常停止數分鐘或數十分鐘後再繼續產卵。由於產卵個數之增加，其埋在土中之頭部及體殼乃漸漸露出土面，產卵完畢後以其腹足將四週鬆土舖平並將卵堆覆蓋。非蝸在產卵時靜止不動亦不取食，每次產卵約需時3～6小時或一整天，據室內之飼育記錄，每堆卵數約 200～500 粒，最多為 623 粒，一般約在 350 粒左右。

孵化2、3天後之幼蝸往往聚集成堆不移動，而以孵化後之卵殼為食，少數體形弱小之幼蝸常被強壯者殘食。數天之後，幼蝸才逐漸分散，其取食與活動情況與成蝸相似，但遠較成蝸為活躍，故其對於農林作物之加害程度亦較成蝸為嚴重。

壽命：每年自 4～11 月為非蝸之活動季節，而 12 月至翌年3月則以冬眠狀態越冬，其壽命為2～3年，最長者可達5～6年。在初夏孵化之幼蝸若生長良好，則在第8～9個月時即可成熟產卵，而夏秋孵化之幼蝸因其發育成長期間經過越冬階段，故須延至翌年夏末或秋初才能成熟產卵。

冬眠與夏眠 (hibernation and estivation)：夏季乾旱或酷暑時非蝸隨時隨地可進入休眠狀態，休眠期之久暫隨乾旱期之長短而定，筆者等曾不給食物與水份，迫使 20 隻生長約4個月之中蝸休眠，經一年後除2隻死亡外，其餘均活著。由此可見非蝸對於自然環境適應力之强。在冬季氣溫下降至 15～20°C (與濕度有關) 以下時非蝸即停止活動進入冬眠狀態。夏季則潛入樹根，土石磚瓦空隙，枯葉堆中，或深入土內休眠以避高溫或風雨之來侵。夏眠與冬眠時其肉體均縮入殼內，在殼口形成一層白色半透明之臘質薄膜以與外界隔著，除可防高溫寒冷與乾燥外，尚可防止其他小動物之襲擊但此種臘質薄膜在其肺孔處仍留有一小裂縫以利呼吸。

非洲大蝸牛之經濟重要性

非蝸引進本省之初被認為肉味鮮美，營養價值極高，兼有治療肺病、腎臟病、糖尿病、貧血、氣喘、胃病與强壯身體等之效果，遂即掀起飼養熱潮，市民競相飼育，市面且有非蝸卵計粒出售，甚至有設廠加工製罐之計畫。但不久因感其粘液處理手續麻煩，肉味欠佳，所傳聞之多種醫療效果不實，因此飼養者紛紛丟棄。於是非蝸淪落田野，由於其食量大，食性雜、增殖速、壽命長，且有耐飢、抗旱、抗寒之本能，除冬眠與夏眠外，平時如遇惡劣環境亦可隨時隨地進入休眠狀態，更因其晝伏夜出

，故其加害農林作物之行爲常被人忽視而不予注意防患，因此常使農林作物受害嚴重[4]。

非蝸爲害花卉或蔬菜往往連莖帶葉吞食，苗木則嚙食外皮甚至整株咬斷，新芽嫩葉或樹皮受害者則整株枯萎，故果菜及森林苗圃常遭其蹂躪。此外，非蝸爲害植株還會傳播病菌引起蔬菜腐敗病，甚至導致傳染病之流行[4,9]。

非蝸係廣東住血線蟲（*Angiostrongylus cantonensis* Dough.）之重要中間寄主，該線蟲進入老鼠肺動脈，待成熟後產下第一期幼蟲，隨著老鼠糞便排出後，若接觸及非蝸即附於其體上發育至第三期幼蟲，此幼蟲之侵入寄主常經由口部感染而引起腦炎或腦膜炎等病症。人畜食及帶病非蝸亦會感染其病原菌或中毒，且其分泌之黏稠液體與屍體若散落水井、水溝，或其他潮濕處，腐爛後亦能污染水源，其屍體被蠅類寄生者可傳播腸炎病菌。在印度 Silpur 曾有蠅類（*Picnosoma* sp. 或 *Lucilia dux*）寄生於非蝸屍體傳布病菌而造成流行性腸疾之大發生。在馬來亞有蚤蠅（*Megaselia xanthina*）經由非蝸體傳播腸蠅蛆病亦曾引起該病之大流行。他如道路上被車輛輾斃之非蝸能使路面滑溜，若在彎道或下坡路面處則可造成車禍，多年前本省某空軍基地因非蝸之侵入機場跑道，爬進機身排氣管，使飛機發生故障礙及空運安全等，其危險性可以想見[5,9]。

非蝸捕食性天敵之引進

溯自光復以來本省農林作物之一般病蟲害防治工作均曾積極推行展開，唯獨非蝸之爲害，反日見其烈，蓋其不受一般農藥之威脅，而農民又不予積極防治。尤其非蝸之增殖與生存適應力均強，常遍布各地，有效之化學藥劑防治，在廣大之林區山地實難於應用，故當年筆者等乃擬採用「以蝸制蝸」之對策，自國外引進非蝸之捕食性天敵，進行生物防治試驗，藉能收一勞永逸之效[3]。

玫瑰蝸牛（***Euglandina rosea*** Fer.）

玫瑰蝸係肉食性，原產美國東南部及弗羅里達州（Florida）。本所於 48 年 10 月向夏威夷農林處（Board of Agriculture and Forestry）索取引進本省，經數年之室內外飼育結果，確認眞能適應本省氣候，且在田間自然環境下之生長情形遠較室內爲佳，該蝸能捕捉多種當地農林作物之有殼類害蝸，經釋放於臺北、新竹及嘉義等地因地區環境不理想，雖能生長繁殖，但有逐年減少之傾向，嗣後因本所無專款執行此項工作而中止[1,8]。

成蝸：殼右旋，具七層螺紋，殼色淡紅褐至紅褐，紡錘形，表面具明顯之隆起縱紋，爬行時可見其纖長之灰黑色肉體，腹面淡褐色。頭前端具有 1 對前觸角及後觸角。口器位於頭部前端下方，其兩側各有 1 對長扁平之唇鬚，在大觸角前方約半公分處之右側有 1 個雌雄性總生殖孔，係雌雄同體。成蝸較大者，殼 6.5×2.5 cm，一般爲 5.0×2.2 cm 左右（圖10）。

幼蝸：剛孵化之幼蝸體型圓短，有四層螺紋，殼 5×4 cm，殼黃褐色，光滑無紋，略透明可見殼內肉體之蠕動，稍長後殼輪有明顯縱紋，且一層比一層加深，隨著生長殼漸增厚而呈艷麗光亮（圖 1 E）。

卵：橢圓形，長約 5 mm，初產時爲白色，表面稍粗糙，至將孵化時爲淡褐色，其孵化率均在 90 % 以上，卵期約 30 天。

玫瑰蝸在臺灣每年祇能繁殖一代，其捕食、交配、產卵等之活動季節爲 3～10 月，每日之活動時刻幾乎都在夜晚，而以清晨1～4時最盛，白天罕有活動，但遇陰雨天白晝亦見活動。 11 月以後則活動趨減，而漸入冬眠狀態。

玫瑰蝸之捕食行爲多在夜晚8時至翌晨6時，而以午夜 12 時至4時爲最盛。捕食時以口器伸入非蝸殼內，緩緩嚼食其肉質部份最後僅存空殼，小者連殼吞食，其能捕食者除非蝸之中幼蝸外，亦包括其他有殼類之小型蝸牛，例如果園、菜園常見之一種扁形蝸（*Bradybaena similaris*, Bradybaenidae）與二種尖形蝸（*Opeas gracile* 與 *O. pyrgula*, Subulinidae）以及水溝中之一種蝸牛，其所捕食之非蝸以殼長 1.5～3 cm 者爲最常見，體型愈小者愈爲所好。

玫瑰蝸雖雌雄同體，但亦須異體交配始能受精，交配後兩蝸都能產卵，每次交配需時數十分鐘至5、6小時（圖1F）。每年4月開始產卵，而以6～8月爲最盛，一次產印約需時1～3天，而以2天爲常見，每蝸每次之產卵量爲 20～30 粒，卵期約 30～40 天，孵化率爲85～100％。

幼蝸孵化至成蝸產卵約需4～8個月，若在5、6月孵化者則當年 10 月可以產卵，若在7～10月孵化者則必經過冬期而在翌年5、6月後才能成熟產卵，一般多爲今年孵化而翌年成熟產卵。幼蝸顯較成蝸爲活潑，在田間或室外飼育籠生長之玫瑰蝸發育遠較室內飼育者爲快，且體形强壯，行動敏捷，捕食量與產卵量亦多。壽命約1～3年，而以2年爲常見。此蝸亦有冬眠與一般休眠現象。

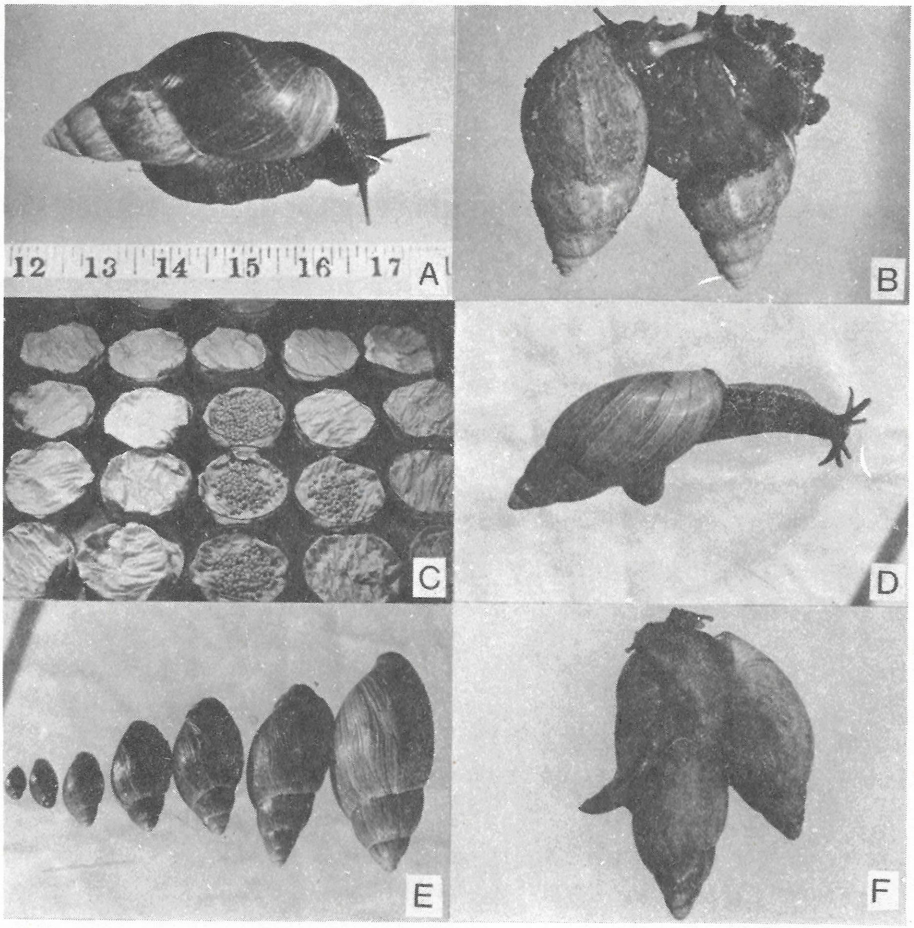


圖1．非蝸與其捕食性天敵玫瑰蝸．A–C 非蝸：A．成蝸 B．交配 C．卵之飼育；D–F 玫瑰蝸：D．成蝸 E．幼蝸與成蝸 F．交配。

Fig. 1. *Achatina fulica* and its predator, *Euglandina rosea* : A–C *A. fulica*. A. adult. B. mating. C. eggs rearing. D–F *E. rosea*. D. adult. E. youngs & adult. F. mating.

嘉納蝸牛（*Gonaxis quadrilateralis* Preston）

嘉納蝸亦係肉食性，原產東非，於民國 46 年由東非之 Kwale 引進夏威夷供該地非蝸生物防治之用，繼在 50 年自夏威夷引進本省，經筆者等在室外飼育結果，證實其確能適應本省氣候，且其捕食害蝸之能力較玫瑰蝸爲强，繁殖較易，成活率亦高[2]。

成蝸：右旋蝸，具七層螺紋，各層輪急激增大，第6與第7層紋稍爲傾斜，殼形略扁，蝸殼 2.6～2.8×1.8～2.0 cm ，淡灰白色。肉體頭腹部爲橙黃色，腹側稍帶灰白色，腹背與觸角呈美麗之桔紅色。眼點明顯，位於後觸角之頂點，故又稱眼觸角。其前方另有一對小觸角。係雌雄同體，兩性生殖孔在頭部右側。口器位於頭部之腹面（圖2 A）。

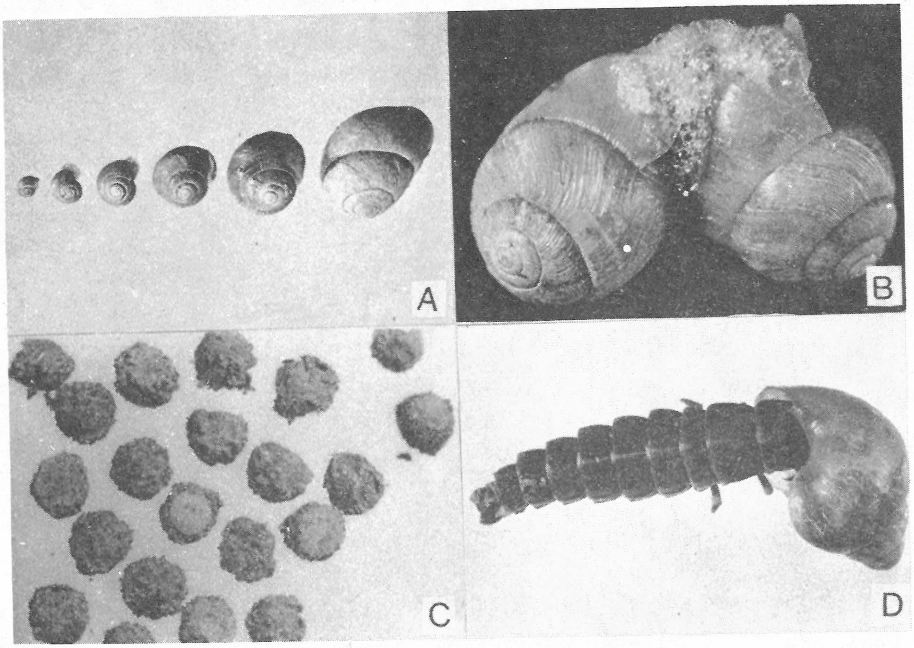


圖 2. 非蝸之捕食性天敵嘉納蝸與螢火蟲 A–C 嘉納蝸：A. 幼蝸與成蝸 B. 交配 C. 卵粒 D. 螢火蟲幼蟲捕食非蝸。

Fig. 2. Predators of *Achatina fulica*—*Gonaxis quadrilateralis* and *Pyrocoelia analis*
A–C *G. quadrilateralis* : A. youngs & adult. B. mating. C. eggs.
D. larva of firefly *P. analis* predating on *A. fulica*.

幼蝸：剛孵化之幼蝸，殼光滑無紋，而且薄而透明，殼內淡黃色之肉體清晰可見。殼扁形， 2.4×3.5 mm ，具3層螺紋。長至1個月時有5層，至3個月時有6層，4個月時則有7層，此際層紋斜轉，殼形偏斜不正（圖 2 A）。

卵：白色，扁圓形 3×7 mm ，表面粗糙，但軟而富有彈性。卵殼表面均勻包裹著一層厚黏土，外觀彷如土粒，約 4.5×5.5 mm，混雜於砂土中，頗難辨識。卵期多爲 30～45 天，在冬季則長達 3個月之久（圖 2C）。

嘉納蝸白天棲息於土中，夜間出土活動捕食及交配等。夏季遇高溫乾燥時亦有休眠現象，但無明顯之冬眠，故自夏初至秋末均爲其活動季節，但冬季活動甚爲緩慢。其捕食行爲係自晚間8時開始至翌晨8時，而以深夜 12 時至 4 時爲最盛。此蝸喜捕食殼長 2 cm 以下之幼小非蝸，每捕食一隻約需2小時之久，食後其腹足仍停留於其所捕食之蝸殼內約5～6小時甚至 10 餘時之久，但見空殼漸次變薄而終被食盡，似係此蝸分泌黏液，使蝸殼溶化再予吸收，偶有殘留殼頂，或係此蝸吸其鈣質之方法，故飼育嘉納蝸不需給予貝殼粉或其他鈣質。此蝸除非蝸外亦能捕食其他多種有殼類蝸牛，雖係雌雄同體，但亦需異體交配受精才能產卵，每次交配需1～3小時，交配時兩蝸均靜止不動，體軀常並排或將殼口相向，同時分泌泡沫狀之黏液將兩蝸之肉體與殼口掩蓋（圖 2 B）。此蝸壽命約1～3

年而以2年為多。

嘉納蝸與玫瑰蝸之田間釋放

民國 49 年 4 月於臺北本所應用動物系之試驗菜園釋放生長僅 2 個月之玫瑰蝸 18 隻，3 個月後即在該地發現 3 隻生長强壯之玫瑰成蝸，嗣後復在同地陸續釋放生長一個月之玫瑰蝸 4 批共 300 隻，而在 49 年至 54 年之間在釋放地區及其附近無意中發現其成蝸及中蝸共 24 隻，其被外人拾取者則不得而知，另在 52 年 6 月在新竹農業改良場釋放成蝸 80 隻，翌年 5 月再釋放成蝸 80 隻，同年 11 月在釋放地點進行調查得 20 隻玫瑰成蝸與中蝸。54 年後由於計畫結束，釋放工作因而中止。此外在臺中潭子鄉、南投國姓鄉、嘉義分所、鳳山分所、屏東春日鄉、臺東岡山鄉等均有零星釋放，但均未予以調查。

嘉納蝸因體形較小，繁殖容易，成活率高，故自 50 年引進本所後一直繁殖至今， 55 年於本所應用動物系試驗菜園內共釋放 114 隻成蝸，釋放後之 1 、 2 年經常發現其後代。另於 56 年夏季本所贈送嘉義農業專科學校施育芳老師玫瑰及嘉納蝸各 4 隻飼育於其宿舍後院，經過二年後無意中在其園內發現許多嘉納蝸爬行在竹籬笆上，而玫瑰蝸則未見踪跡，同時在現場香蕉樹下及竹籬圍四週發現有許多大大小小被天敵蝸捕食後遺留下之非蝸空殼。筆者等在 60 與 61 年赴該地搜索四次，共採到 30 隻天敵蝸，及其死殼 16 個，又本文第一作者亦曾將嘉納蝸放飼於宿舍庭院，因該院四週有圍牆，內植花草樹木，非蝸與小扁蝸隨地可見，數年來每逢春夏兩季雨天時均可發現嘉納蝸出沒活動，此等事實均可證明嘉納蝸確能適應本省氣候而在田園中自行繁殖。

非洲大蝸牛之本地天敵

臺灣窗螢 (*Phyrocoelia analis* Fabr.) 民國 52 年 12 月在臺北市景美區之萬盛橋下採得窗螢幼蟲10隻，經室內飼育觀察其能捕食殼長 1～3 cm 之非蝸，平均 2 ～ 3 天捕食 1 隻，且冬季仍有捕食行為。該螢一年可繁殖二代，夏季一代約 3 ～ 4 個月，冬季約 5 ～ 6 個月。但其生活環境僅限於溝旁、溪流岸旁之陰溼地帶，且其捕食量不多 (圖 2D) 。又據高橋良一 (1941) 報告臺北平地常見之一種螢 *Luciola* sp. 亦能捕食非蝸。

山龜：民國 53 年 11 月林務局旗山鎮山林工作站趙福元先生贈送本所山龜一隻，據稱其能捕食非蝸，遂將其飼育室外飼育籠內， 發現給飼育之非蝸約 30 隻於 7 天之內全被食盡而僅留空殼 ， 一夜之間此龜可捕食非蝸成蝸達 8 隻之多 ， 非蝸殼長在 6 cm 以上者則多被其咬殺而不食盡 ， 殼長 4 cm 以下則可連殼吞食，其捕食非蝸之能力確實不差，可惜山龜繁殖困難，無法利用，祇能附記於此。

其他如鷄鴨等均可捕食生長於田園內之幼小非蝸，又據文獻所載蟾蜍、青蛙、蟹類、烏鴉、麻雀、鴿子、螞蟻及步行蟲等均有捕食非蝸之記錄[5,9]。

討　　論

非蝸經常出沒於本省農林園圃，尤以山地林區與新墾地最為嚴重。使用殺蝸劑如蝸立死或蝸多殺 (主要成分為 Metaldehyde) 防治，雖效果甚佳 ， 但本劑亦可毒殺家禽。雨季或遇驟雨時雖然非蝸最為活躍但對於施藥頗為不利，而且化學防治費用過昂，山區或大面積地帶之施藥困難又多，實難澈底收效。若以生物天敵與化學藥劑配合使用除非十分注意，否則天敵將與非蝸同遭農藥毒殺。

年來本省之非蝸肉已列入路攤小食店菜單中，據悉生炒螺肉極受食客歡迎，同時其冷凍加工品亦已外銷，而且行情看好，因此非蝸飼育之熱風已被再度掀起，紛紛計畫大量生產，筆者等認為政府對於非蝸飼育之地區若不加限制，對於螺肉之衛生檢驗若不予加强，一旦因食蝸肉而引起寄生性疾病甚或中毒，或遇外銷情況不佳時，則非蝸之身價必將再度下降，終必流落田野轉而為害農林作物。因此筆者等深盼政府對於目前之飼蝸業者應嚴加管制，使其隨時戒備，在飼育場所須特別注意隔離設施，

以防非蝸之竄入田野，以免農林作物之蝸害再度發生。

再者使用化學藥劑或生物天敵防治非蝸既有上述種種困難，依目前情況農林園圃唯有採用簡便而有效之誘集與人工捕殺法。即於夜晚，驟雨或雨季時節在非蝸出沒場所拾集非蝸，或利用果菜廢棄物及垃圾等堆在一處上舖稻草以誘集非蝸，再加殺除。總之，園圃應保持清潔，使非蝸無存身之地當爲防治之對策。

參考文獻

1. 邱瑞珍・1960・非洲大蝸牛天敵之引進與飼育初報。植物保護學會會刊 2 (2) : 39-43, 4 figs.
2. 邱瑞珍、周根清・1965・非洲大蝸牛天敵、嘉納蝸 (*Gonaxis quadrilateralis* Preston) 之引進與飼育。植物保護學會會刊 7 (4) : 42-50, 8 figs., 1 tab.
3. 陳德能・1956・利用天敵防治非洲大蝸牛。植物病蟲通訊 3 (3) : 1-2。
4. 陳履通・1954・氰氮化鈣防治非洲蝸牛初步試驗。農業試驗 4 (4) : 39-45, 6 figs., 4 tabs.
5. 張寬敏・1975・非洲大蝸牛。 中國貝誌 2 : 5-20, 1 figs., 2 tabs.
6. 江崎悌三、高橋敬三・1942・アフリカ大蝸牛（食用蝸牛）*Achatina fulica* Ferussac の本邦，特に南洋郡島への輸移入及び其後の經過。科學南洋 4 (3) : 16-25, 4 tabs.
7. 楚南仁博・1936・食用蝸牛 (*Achatina fulica* Ferussac) に就て。臺灣農事報 32 (358) : 679-686, 1 fig.
8. Chiu S. C. & K. C. Chou 1962 Observation on the biology of the carnivorous snail *Euglandina rosea* Ferussac. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica 1 : 17-24, 9 figs., 4 tabs.
9. Mead, R. 1961 The Giant African Snail. Univ. of Chicago, Chicago, Illinois, U. S. A. 257 pp.

Giant African snail (*Achatina fulica*) and its predators[1]

Shui-chen Chiu and Ken-ching Chou[2]

Summary

The giant African snail, *Achatina fulica* Bowdich, is a native snail of east Africa. It began its march from Africa to eastwards some 170 years ago, invading India, Indo-Malaya and then the Pacific. It was introduced from Singapore to Taiwan in 1932 and 1933 by a Japanese doctor, Kumaichi Shimojo for the purpose of using as food for human and poultry. Afterward, the snail rapidly spread throughout this island and devoured horticultural and agricultural crops. Its large size, diversified food habits, high reproductive ability and being hermaphroditic are all the causes for being a serious pest in Taiwan as well as in the other Southeast Asian countries.

The snail matured within 9 months after hatching and could live for 2 to 3 years. It deposited 3 to 6 batches of eggs a year and 200 to 600 eggs each. The phenomena of

1. Contribution No. 856 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Senior Entomologist and head ; Research Assistant, Department of Applied Zoology, TARI.

estivation and hibernation is the physiological faculty of being able to survive prolonged periods withuot food or water supplied.

For the biological control of *Achatina* snail in Taiwan, two predaceous snails, *Euglandina rosea* Ferus. (Oleacinidae) and *Gonaxis quadrilateralis* Prest. (Streptaxidae), were introduced from Hawaii by the authors in 1959 and 1961, respectively.

The adult of *Euglandina* snail having spindle-shaped and dextral shell, about 3~6 x 2 cm in size, 7 whorls with deep suture, pink color, surface polished with numerous distinct, regular and longitudinal lines of growth; body dark grey to black except ventral side whitish. It matured within 4 to 8 months after hatching, depositing 100 to 200 eggs in 7 to 8 times during its life with 20 to 30 eggs in each oviposition. This snail could live for 1 to 3 years under Taipei climatic conditions.

The adult of *Gonaxis* snail having spindle-shaped and dextral shell, about 2.7 x 2.0 cm in size; with beautiful orange antennae and light testaceous body color except ventral side yellowish grey. It matured within 4 to 6 months after hatching and could live for 1 to 3 years. About 120 eggs were deposited during its life. *Gonaxis* snail seems to be an effective predator for controling *Achatina* snail as observed in Taipei laboratory. It had successfully established in Chiayi during the liberations in 1967. The native predators of *A. fulica* have also been surveyed during our studies.

中華農業研究

第二十七卷　目　次

卜瑞雄、陳正昌、黃真生
稻減數分裂期及成熟期施用蔗糖之增產效果…… 169
成游貴、黃真生
水稻細胞質雄不稔性之一些性質…… 267
杜金池、張義璋
臺灣 *Rhizoctonia solani* Kühn 菌絲融合羣之研究…… 325
杜金池、程永雄、張義璋
亞麻立枯病抑病土壤駐在細菌對萎凋病菌之擷抗效能及田間防治效果…… 245
林瑞松
綠豆芽施用植物荷爾蒙生產之研究…… 223
林家棻
本省中部若干土壤中鉀釋放特性之研究…… 297
林珪瑞、倪秋華
直脈瘦蠅生態之觀察……12
林國明
開英種鳳梨特性調查研究…… 175
邱善美
期作與秈稉二型水稻品種之生育相研究…… 180
邱善美、許東暉、漆匡時
臺灣北部山間多濕低溫地區稻品種之適應性及種植密度試驗……28
邱瑞珍、周根淸
非洲大蝸牛及其捕食性天敵…… 363
邱瑞珍、周樑鎰、吳文哲
臺灣甘藷鱗翅類害蟲寄生性天敵之調查初報……61
徐原田、鄭心嫺
磷鉀肥施用量與行距密度對山藥產量及蛋白質含量之影響…… 315
張淸勤
鳳梨植株大小對電石和 NAA 催花處理的效果及果實品質影響之研究…… 67
張德梅
稻屬種間雜交後幼胚及胚乳發育過程之研究…… 259
陳春泉
宜蘭低產水田土壤與性質施用矽酸鈣、稻草、重肥及暗渠排水改良效果關係之研究…… 142
陳炳輝
稻黑椿象（*Scotinophara lurida* Burm.）之生態觀察…… 309
陶家駒
臺灣介殼蟲名錄及寄主植物……77

郭益全、謝順景
高蛋白水稻之育種研究　2.稉稻早晚熟品系間雜交後代之米粒蛋白質含量、抽穗期及其他性狀之遺傳…… 199
郭益全、謝順景、宋素英
高蛋白水稻之育種研究1.稉稻早晚熟品系間雜交後代之米粒蛋白質含量及其他農藝性狀之變異…… 159
黃文良
蕃茄各生育時期的土壤乾燥對生長、收量與養分吸收的影響研究……37
溫宏治、李錫山
檬果褐浮塵子（*Idiocerus niveosparsus* Leth.）之生態觀察及防治試驗…… 47
黃秋雄
熱處理對柑橘立枯病、Tristeza 及鱗砧病之影響…… 193
萬　雄、呂宗佳、鄭心嫻
暗玉米（opaque-2）蛋白質含量之遺傳…… 53
廖惠堂
臺灣毛管蚜屬（*Greenidea*）蚜蟲（同翅目：蚜蟲科）…… 345
鄭心嫻
甘藷塊根與莖葉之蛋白質及胺基酸組成…… 291
蔡武雄
稻熱病流行學研究一民國 65 及 66 年之發生觀察…… 355
蔡武雄等
稻熱病流行學研究一民國 66 年之觀察…… 237
鄭清煥
水稻褐飛蝨的經濟爲害水平之研究 1.在褐飛蝨各棲羣密度施藥防治對稻穀收量及收益之影響 229
鄭清煥、劉達修
防治水稻褐飛蝨藥劑田間比較試驗…… 1
鄧耀宗
臺灣二期稻作增產研究——品種與一、二期作產量之關係…… 213

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

Contents of Volume 27, 1978

Buu, R. H., C. C. Chen and C. S. Huang
Effects of sucrose application on grain yield in meiosis and maturing stages of the rice plant ······ 169

Chang. C. C.
Studies on the effect of CaC_2 and NAA in promotion to the flower bud formation and the influence to the fruit quality of the pineapple ······ 67

Chang, T. M.
Studies on embryo and endosperm development following interspecific crosses in rice ······ 259

Chen, B. H.
Some ecological observations on black rice bug (*Scotinophara lurida* Burm.) ··· 309

Chen, C. C.
Response of rice to amandment with slag, straw and under-ground drainage in relation to soil characters of low yield paddy in Ilan area ······ 142

Cheng, C. H.
Determination of the economic injury levels of the brown planthopper in Taiwan. I.Control of the brown planthopper at various population density in relation to grain yield and net return ······ 229

Cheng, C. H. and T. S. Liu
Reevaluation of chemicals for the brown planthopper control in Taiwan ······ 1

Cheng, H. H.
Protein content and amino acid composition in tubers and stems and leaves of sweet-potato cultivars ······ 291

Cheng, Y. K. and C. S. Huang
Some properties of cytoplasmic male sterile rice ······ 267

Chiu, S. C. and K. C. Chou
Giant african snail (*Achatina fulica*) and its predators ······ 363

Chiu, S. C. , L. Y. Chou and W. J. Wu
Preliminary report on the parasitoides of lepidopterous insects of sweet-potato in Taiwan ······ 61

Chiu, S. M.
Studies on the growth pattern of indica and japonica rices as influence by crop seaseons ······ 180

Chiu, S. M. , T. H. Hsu and K. S. Chi
Rice yield trial in the high latitudes areas of northern Taiwan ······ 28

Huang, C. H.

Effect of hot-air treatment on likubin, tristeza virus and exocortis viroid diseases of citrus……193

Huang, W. L.

Influnce of soil-moisture deficit at different stages of growth on the development, yields, nutrients and water absorption of tomato plants……37

Kuo, I. C. and S. C. Hsieh

Breeding for high protein content in rice. 2. Genetical studies on protein content, heading date and other agronomic characters in the cross between early and late maturing japonica rices ……199

Kuo, I. C. , S. C. Hsieh and S. Y. Song

Breeding for high protein content in Rice 1. Variation of protein content and other agronomic characters in the cross between early and late maturing japonica rices……159

Liao, H. T.

The *Greenidea* aphids of Taiwan (Homoptera : Aphididae) ……345

Lin, C. F.

Potassium release characteristics of some selected soils of central Taiwan……279

Lin, K. M.

Studies on the characteristics of smooth cayenne pineapple……175

Lin, K. S. and C. H. Ni

Observations on the *Henria* sp. (Diptera : Cecidomyiidae) ……12

Lin, R. S.

Studies on the production of mung bean sprouts with the plant hormone……223

Tao, Charles C. C.

Check list and host plant index to scale insects of Taiwan, Republic of China……77

Teng, Y. C.

Rice yielding increases for the second crop in Taiwan—Genotype-season interaction and correlation between yields of the first and second crop……213

Tsai, W. H.

Epidemiological studies of rice blast disease observations of 1976 and 1977……355

Tsai, W. H., et al

Epidemiological studies of rice blast disease observations in 1977……237

Tu, C. C. and Y. C. Chang

Studies on the anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* Kühn in Taiwan……325

Tu, C. C. , Y. H. Cheng and Y. C. Chang

Antagonistic effect of some bacteria from *Fusarium* wilt-suppressive soil and their effect on the control of flax wilt in the field ……245

Shyu, Y. T. and H. H. Cheng

Effects of phosphorus and potassium levels and plant spacing on the yield and protein content of *Dioscorea alata* L. ……315

Wan, H., T. C. Lee and H. H. Cheng

The gene effects for grain protein in three crosses of opaque-2 corn 53

Wen, H. C. and H. S. Lee

Bionomics observation and control of mango brown leafhopper (*Idiocerus niveosparsus* Leth.) 47

Vol. 27. No. 4

December 1978

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Protein content and amino acid composition in tubers and stems and leaves of sweetpotato cultivars ················ Hsing-Hsien Cheng··· 291

Potassium release characteristics of some selected soils of central Taiwan··Char-Fen Lin··· 297

Some ecological observations on black rice bug (*Scotinophara lurida* Burm.) ·· Bing-Huei Chen··· 309

Effects of phosphorus and potassium levels and plant spacing on the yield and protein content of *Dioscorea alata* L. ················ ··· Y. T. Shyu and H. H. Cheng··· 315

Studies on the anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* Kühn in Taiwan···C. C. Tu and Y. C. Chang··· 325

The *Greenidea* aphids of Taiwan (Homoptera : Aphididae)········ ··Huey-Tarng Liao··· 345

Epidemiological studies of rice blast disease observations of 1976 and 1977··· Wu-Hsiung Tsai··· 355

Giant african snail (*Achatina fulica*) and its predators············· ·································· Shui-Chen Chiu and Ken-Ching Chou··· 363

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung Hsien, Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版臺誌字一四八七號
中華郵政臺字第二〇七六號登記為第一類新聞紙類

發行人 萬 雄 臺中縣霧峰鄉萬豐
印刷所 臺灣省政府印刷廠 臺中縣大里鄉草湖